

黑龙江省前寒武纪基底及金矿成矿系列研究

王长水^{1,2}, 孙福生², 王秀华²

(1. 中国地质大学(武汉)资源学院; 2. 黑龙江省地质科学研究所)

摘要:黑龙江省前寒武纪基底具有构造复杂、岩浆活动频繁、变形变质强烈、成矿活动特殊等特点。研究其基底地质特征,探讨与其关系密切的金矿床成矿系列类型及其特征,并开展典型矿床研究,对深化黑龙江省前寒武纪矿床特征认识及开展“十一五”贵金属矿产勘查基地优选具有十分重要的战略指导意义。

关键词:前寒武纪基底;金矿成矿系列;典型矿床;黑龙江省

中图分类号: P618.51 文献标识码: B 文章编号: 1001-1277(2007)03-0015-07

黑龙江省在大地构造位置上位于西伯利亚板块、华北板块和古太平洋板块三者叠覆的中间地带,即传统的天山—兴安造山系东段^[1]。其区域地质构造背景十分复杂,总体构造特征主要表现为:前中生代属西伯利亚板块南缘陆缘增生带,而中生代以来主要受太平洋板块与欧亚板块相互作用制约,构成滨太平洋构造域的主体部分。

1 区域成矿基底地质背景

黑龙江省早前寒武纪基底的形成,主要经历了陆核—原始古陆—大陆克拉通化3个阶段。该省某些重要贵、有色金属矿产,有很大一部分与这些前寒武纪基底关系密切。

1.1 基底地层

黑龙江省前寒武系发育齐全,分布广泛,主要有新太古界麻山群,古元古界兴东群、东风山群、兴华渡口群,中元古界黑龙江岩群,新元古界马家街群、黄松群、张广才岭群、一面坡群、落马湖群、风水沟河群和零点群等,均属中深变质岩系。

1.1.1 新太古界

麻山群(A₂ms):仅出露于黑龙江省佳木斯地块的鸡西市麻山和虎林县虎头一带,构成古陆核。岩石由紫苏辉石麻粒岩、斜长透辉变粒岩、大理岩、黑云斜长片麻岩、石墨片岩等组成片麻岩—麻粒岩变质建造。原岩除顶部有少量黑云变粒岩表现较明显的火山喷发沉积成因外,其余均属湿热气候下的富铝、富碳的黏土岩、半黏土岩、碎屑岩、白云岩及灰岩,为典型的富铝、富碳的陆屑—碳酸盐岩建造,下部含磷。属浅海陆棚环境,构成雏型地槽。岩石遭受了强烈的区域变质作用,整个麻山群是一套经历了高角闪岩

相—麻粒岩相的孔兹岩系。紫苏辉石单矿物⁴⁰Ar-³⁹A法同位素年龄值为2539Ma。

1.1.2 古元古界

(1)兴东群(P₁xd):分布于黑龙江省东部佳木斯地块内。由石英片岩、黑云片岩、变粒岩、大理岩、含铁石英岩及片麻岩、混合岩组成。本群原岩建造性质与麻山群相似,但含铁不含磷,是一套经历了角闪岩相变质作用的孔兹岩系。Pb-Pb法同位素年龄值为2275Ma。

(2)东风山群(P₁d):分布于佳木斯地块西北缘,由大理岩、绢云石英片岩、云母片岩、碳质片岩、含铁石英岩、变粒岩等组成。变质作用为绿片岩相至低角闪岩相。原岩是一套含火山岩夹层的含碳的陆屑—碳酸盐岩建造。与兴东群一样含铁,不含磷,但普遍含电气石(硼),属陆缘裂谷性质的沉积环境。

(3)兴华渡口群(P₁xh):分布于黑龙江省西部。主要由斜长角闪岩、片麻岩、片岩、变粒岩、浅粒岩、大理岩、含铁石英岩及混合岩组成。原岩性质上部与下部明显不同,下部为钙碱性的基性—中酸性火山岩建造;上部为含中酸性火山岩的陆屑—碳酸盐岩复理石沉积建造,反映了沉积建造由早期的活动型,逐渐转向后期的稳定型,属于活动的大陆边缘构造环境。

1.1.3 中元古界

黑龙江岩群(P₂hl):分布于黑龙江省东部的佳木斯地块边缘。下亚岩群为云英钠长糜棱片岩、黑硬绿泥钠长糜棱片岩、蓝闪片岩、变粒岩、石英岩、斜长角闪岩、夹大理岩、蛇纹辉石橄榄岩等外来岩块,属于以韧性变形岩石为主的构造岩石地层单位。原岩为基性火山岩—中酸性火山岩,具双模式火山岩特征,属火山硅质岩建造。上亚岩群岩性为二云钠长糜棱

收稿日期: 2006-11-17

作者简介:王长水(1964—),男,黑龙江哈尔滨人,教授级高级工程师,所长,中国地质大学(武汉)资源学院在读博士研究生,主要从事矿床研究和
技术管理工作;黑龙江省哈尔滨市香坊区珠江路5-2,150036

片岩、石英片岩、斜长角闪岩、黑云斜长变粒岩、角闪片岩、石墨大理岩、混合岩等,原岩建造属火山硅质黏土页岩—碳酸盐岩建造序列,显示早期裂陷槽到晚期俯冲碰撞的发展历程。

1.1.4 新元古界

(1)马家街群(P_{mj}^1):分布于桦南县马家街和萝北县刚本山等地。岩性为含十字石的二云片岩、绢云石英片岩、含石榴碳质片岩、石榴电气白云片岩、碳质千枚岩、结晶灰岩和片状石英岩等。原岩以富碳黏土岩、半黏土岩为主,下部和上部出现石英砂岩和灰岩,中部夹少量中基性火山岩。属滨海相到浅海相沉积环境。

(2)风水沟河群(P_{fn}^1):分布于松嫩盆地北缘。岩性为含红柱石线堇青片岩、二云片岩、变粒岩和片麻岩,夹大理岩。原岩为砂岩、泥岩、粉砂岩夹灰岩,属陆缘浅海—半深海相沉积。

(3)落马湖群(P_{lm}^1):分布于大兴安岭一带。岩性为片岩、片麻岩、变粒岩和大理岩。原岩为陆源碎屑岩、碳酸盐岩及中酸性火山岩,属陆缘裂陷槽环境。

(4)黄松群(P_{hs}^2):分布于黑龙江省东部东宁县、宁安县和穆稜县境内。岩性为含石榴碳质云母千枚岩、钠长片岩、变粒岩,夹角闪岩及含铁石英岩。原岩属钙碱性火山岩建造—陆源碎屑岩—火山岩建造类复理石建造序列。

(5)张广才岭群(P_{zh}^2):分布于张广才岭主峰一带。由千枚岩、片岩、斜长角闪岩、大理岩、变粒岩组成。原岩为粉砂岩、泥岩、硅质岩、灰岩及中酸性—中基性火山岩,属火山复理石建造,具有活动陆缘的沉积特点。

(6)一面坡群(P_{ym}^2):分布于尚志市一面坡、铁力市至逊克县,近南北向分布。岩性为千枚岩、变粒岩、碳质砂板岩、粉砂岩、变质中酸性—酸性火山岩、凝灰岩,显示陆缘火山岩带向广海条件下稳定沉积过渡的环境。

(7)零点群(P_{ln}^2):分布于大兴安岭一带。岩性下部为变质细砂粉砂岩、石英砂岩、大理岩;上部为变中性火山岩、变酸性火山岩,伴有超镁铁质—镁铁质蛇绿岩构造侵位,显示地壳继续拉张,并出现洋盆的构造环境。

1.2 基底岩浆岩类

黑龙江省岩浆岩类较发育,分布广泛,其中花岗岩类在空间上具带状分布特点。

基底岩浆岩类可划分为麻山(五台)期、兴东(吕梁)期、黑龙江(晋宁)期和张广才岭期。

1.2.1 麻山(五台)期

太古宙岩浆活动仅见于佳木斯—兴凯地块。晚太古代麻山群中赋存有中基性—超基性火山岩,以拉斑玄武岩为主,已变质高达角闪岩相和麻粒岩相。岩石类型单一,为矽线石榴混合花岗岩、紫苏辉石花岗岩。片麻状构造发育,交代作用明显。

1.2.2 兴东(吕梁)期

兴华渡口群火山岩较发育,以中基性、中酸性火山岩为主。侵入岩主要发育在佳木斯—兴凯地块和额尔古纳地块上,与兴东群、东风山群、兴华渡口群紧密伴生。岩石类型为矽线石榴电气石混合花岗岩、花岗闪长岩、斑状—巨斑状花岗岩、混合花岗岩,与围岩呈过渡或侵入接触。成因类型以陆壳重熔(S)型为主。此外,兴华渡口群和兴东群中有超镁铁质岩和镁铁质岩分布。

1.2.3 黑龙江(晋宁)期

黑龙江期早期的火山岩见于黑龙江岩群中,为一套绿片岩相的构造岩,其原岩主要为拉斑玄武岩、碱性玄武岩及少量酸性火山岩,具双峰式特征,是早期裂陷的产物。侵入岩分布于佳木斯—兴凯地块,为白云母绿帘石花岗岩和花岗闪长岩。岩体展布与区域构造方向基本一致,呈北东向延伸。岩石交代作用明显。与围岩呈过渡或侵入接触关系。此外,与黑龙江岩群相伴的还有构造侵位的超镁铁质岩岩体群和基性岩小侵入体。

黑龙江期晚期的火山岩为马家街群中的中基性火山岩和落马湖群中的中酸性火山岩,具大陆边缘活动带或陆缘裂陷槽的特点。侵入岩活动规模较小,在萝北及双鸭山市一带为电气石花岗岩,属半原地型。在呼玛县一带为二云母花岗岩,岩体相带发育,为典型的岩浆型花岗岩。

1.2.4 张广才岭期

该期岩浆岩活动较强烈,规模较大。火山岩分布于黄松群、张广才岭群、一面坡群和零点群中。以中酸性火山岩为主,部分具双峰式特点,属裂陷槽活动环境。侵入岩主要为闪长岩、花岗闪长岩和二长花岗岩。花岗岩多具片麻状构造,岩石具碎裂和混染。靠近佳木斯—兴凯地块中部,花岗岩具有陆壳重熔(S)型特征,边部则多具壳幔同熔(D)型特征。此外与地层相伴的还有超基性和基性岩(K-Ar法年龄值593Ma,辉长岩Sm-Nd法年龄值600Ma)。在新林一带有蛇绿岩构造侵位。

1.3 基底构造和构造旋回

1.3.1 基底构造

大陆基底的形成经历了陆核—原始古陆—大陆克拉通化3个阶段。

佳木斯—兴凯地块南部有晚太古代麻山群组成

的古陆核。陆核为呈近东西向卵形穹窿。在古元古代时期围绕古陆核的周缘,为大陆边缘海槽的沉积环境,并形成短轴褶皱和面状穹窿。在额尔古纳地块,则形成紧闭的线形褶皱,使陆核侧向增长,扩大了原始古陆。

中元古代时,在牡丹江、依兰、萝北、太平岭等地块裂解,形成裂陷槽。

晚元古代时,在佳木斯—兴凯、松嫩地块之间形成裂陷海槽。在额尔古纳地块南缘裂陷成洋,形成岛弧。晚元古代晚期大洋闭合,新林蛇绿岩构造侵位。

1.3.2 构造层和构造旋回

(1)晚太古代(五台期):构造层为一套富碳、富铝质黏土岩和半黏土岩和含碳、富镁的碳酸盐岩组成的麻山群,属孔兹岩系。五台运动(2500Ma)使麻山群产生强烈的构造变动,形成卵形穹窿和东西向断裂构造;异常的热梯度使岩石遭受高温区域热流变质作用,形成高角闪岩相—麻粒岩相呈递增压变的变质岩系和混合岩、混合花岗岩;岩石破碎并有一些基性—超基性岩体侵入。反映地壳为明显刚性变形,麻山古陆核形成。

(2)早元古代(吕梁期):早元古代构造层主要在古陆核北缘分布,属陆缘裂陷槽的沉积环境,形成兴东群、东风山群和兴华渡口群。吕梁运动(1850Ma)使构造层褶皱变形;由于低压、中温区域热流变质作用,形成以角闪岩相为主的变质岩组合和强烈的混合岩化及原地、半原地花岗岩。这期运动使古陆核侧向增生,进一步固结,扩大为原始古陆。

(3)中元古代至晚元古代早期(晋宁期):中元古代时佳木斯地块裂解,在依兰、萝北、牡丹江、虎林一带出现4个裂陷槽。下构造层为黑龙江岩群,形成火山硅质—陆源碎屑岩—碳酸盐岩建造。晋宁早期的构造运动(1000Ma),使岩层褶皱变质,并伴有双峰式火山岩及蛇纹岩岩块的构造侵位和原地、半原地花岗岩侵入。

上构造层由晚元古代早期的马家街群、风水沟河群和落马湖群组成,为碎屑岩—碳酸盐岩—火山岩建造。晋宁晚期(约800Ma)构造运动,使地层褶皱变质,并有火山喷发和花岗岩侵入。

(4)晚元古代张广才岭期:晚元古代构造层在东部有黄松群、张广才岭群;中部有一面坡群;北部为零点群。属活动陆缘的沉积环境(裂陷海槽)。在大兴安岭,构造运动使地层发生褶皱,海槽闭合,新林蛇绿岩构造侵入,张广才岭期同造山期花岗岩广泛侵入,使原始古陆进一步扩大和固化,小兴安岭—松嫩地块、佳木斯—兴凯地块和额尔古纳地块形成。

2 区域金矿床成矿系列的划分与特征

黑龙江省前寒武纪金矿床成矿系列的形成与演化,与该区基底地质特征关系密切,也与后期构造与岩浆活动的演化关系密切。诸多矿床资料表明,成矿作用发育的强弱,矿床规模的大小,乃至矿床系列等一系列特征均是各类地质作用的综合结果。其中基底地质特征是较为重要的,与其关系密切的金矿床成矿系列亦具重要特色。

2.1 区域金矿床成矿系列的划分

2.1.1 区域金矿床成矿系列划分原则

矿床成矿系列理论是近十余年来不断发展完善的区域成矿学理论之一,它重点研究在区域构造体制、成因和成矿时代相同或相似条件下的一系列矿床组合的成矿作用及其规律。根据成矿系列理论的要求,在一定地质阶段所形成的构造单元内,与一定的成矿作用有关,在一定的构造层位的一组有成因联系的矿床可划归为一个成矿系列^[2]。笔者在研究和建立黑龙江省重要金矿成矿系列时,考虑到以下3个因素:在时间上形成于同一构造—成矿旋回;在空间上一般涉及一级大地构造单元;在成因上具有亲缘关系和内在联系,多数情况下属于同一地质成矿作用产物。

矿床成矿亚系列在成矿时间上虽属同一大的成矿期,但有亚时期的差异,在成矿作用上也有某些特征,即在不同成矿阶段形成的各具特色的矿床组合,一般与一级构造单元关系密切。

2.1.2 区域金矿床成矿系列划分类型及特征

根据上述划分矿床成矿系列、亚系列原则及条件,结合黑龙江省大地构造发展阶段、成矿事件及成矿作用、矿床组合,现将黑龙江省前寒武纪重要金矿床成矿系列划分2个亚系列(见表1)。

很明显,黑龙江省前寒武纪目前仅能划分出一个矿床成矿系列(属与变质作用有关的矿床成矿系列组合),即前寒武纪与受变质沉积及混合岩化热液(变质热液)富集与改造有关的铁、金矿床成矿系列()。

该矿床成矿系列分布在佳木斯—兴凯地块上,包括赋存在新太古界的麻山群和古元古界兴东群和东风山群与区域动力热流变质作用和混合岩化作用有关的铁、金矿床。考虑到麻山群和兴东群均属于孔兹岩系,其原岩建造和成矿作用有很大的相似性,所以将它们中的矿床划归为一个矿床成矿系列。

韩振新,付玮,王长水.黑龙江省主要成矿区(带)矿床成矿系列及金、铜、铅、锌、晶质石墨矿产资源潜力评价.2004.

有关黑龙江省前寒武纪各成矿亚系列特征简述 如下 (见表 2)。

表 1 黑龙江省前寒武纪矿床成矿系列划分简表

成矿时代	成矿系列组合	成矿系列	成矿亚系列	主要发育的成矿区(带)		关系密切的主要地质体	典型矿床	
				级	级			
黑龙江 晋宁—麻山 五台期	中元古代—晚太古代 Pt ₂ A ₂	与变质作用有关的矿床成矿系列组合	与混合岩化热液富集与改造有关的金矿床成矿亚系列	- 2	佳木斯隆起铁	老柞山金成矿亚带	兴东群	老柞山金矿床
			与受变质沉积作用有关的铁、金矿床成矿系列()	- 1	金成矿区带	东风山—东风林场铁、金成矿亚带	东风山群	东风山铁金矿床

表 2 前寒武纪与受变质沉积—混合岩化热液富集与改造有关的铁、金矿床成矿系列 () 主要矿床特征表

亚系列	矿床式	矿床名称	规模	构造部位	侵入岩类	赋矿地层				矿体围岩	围岩蚀变	矿体类型	矿石类型	金属矿物	成矿组分		成因类型			
						地层名称	岩石类型	原岩	变质相						主要	次要				
东风山群受变质沉积铁、金(钴)矿床成矿亚系列(-1)	矿床式	东风山	中型	山代 东元古 早裂陷槽	代岗东母 古花里云 混岩期黑 花	东群 山部	大理 墨变 片岩 大石 岩岩 片岩	碎大 中凝 屑理 酸性 灰	角闪 岩相	云闪 石透 英岩	石磁 英闪 石	硅化 云母 泥石化 铁	绢绿 黄	似层状 脉状、鞍状	条带 一染 脉浸 染脉 型	磁黄 铁矿、 磁黄 铜矿、 毒砂、 辉钴矿、 红磷 镍矿、 黄铁矿	Au	Co、Fe		
		东风林场	小型	山代 东元古 早裂陷槽			东群 山部	大理 变粒 片岩		角闪 岩相	云闪 石透 英岩	石磁 英闪 石	硅化 云母 泥石化 铁	绢绿 黄	似层状	磁铁 石微 晶片 岩型	磁铁矿、 赤铁矿、 磁黄 铁矿、 黄铜 矿、毒 砂	Au	Fe	受 变质 沉 积
		亮子河式	小型	山代 东元古 早裂陷槽		东染及 里混 加期 中花 闪	东群 山部	云英 二英 绢石 片岩 片岩		角闪 岩相	云闪 石透 英岩	长片 闪石 钠片 岩	绢云 母 化、 硅化 、绿 泥石 化、 绿帘 石化 、黄 铁矿 化		似层状	磁铁 石英 岩型	磁铁矿、 赤铁矿	Fe		
兴东群与混合岩化有关的金矿床成矿亚系列(-2)	矿床式	老柞山	中型	斯代 木古 早隆复 背斜	代岗东母 古花里云 混岩期黑 花	东群 河组	混合 变粒 片岩 岩岩 片岩	碎大 中凝 屑理 酸性 灰	角闪 岩相	云闪 石透 英岩	石磁 英闪 石	硅化 云母 泥石化 铁	绢绿 黄	脉状	金-硫 化物- 硫磺 酸盐	毒砂、磁 黄铁矿、 黄铜矿、 方铅矿、 闪锌矿、 自然金	Au	Cu	混 岩热 液 (加 低岩 浆热 液)	
		羊胡子山	矿点	斯代 木古 早隆起		代岗东母 古花里云 混岩期黑 花	东群 道组	大理 片岩	碳 酸 盐 碎 屑	角闪 岩相	云闪 石透 英岩	石磁 英闪 石	硅化 云母 泥石化	绢绿 黄	脉状	自然 金-石 英	黄铁矿、 黄铜矿、 方铅矿、 闪锌矿	Au		
		新立式	小型	斯代 木古 早隆起		代岗东母 古花里云 混岩期黑 花	东群 道组	大理 片岩 岩岩 片岩	碳 酸 盐 碎 屑	角闪 岩相	云闪 石透 英岩	石磁 英闪 石	硅化 云母 泥石化	绢绿 黄	脉状、扁 豆状	自然 金-石 英	黄铁矿、 磁黄铁矿、 毒砂、 方铅矿、 闪锌矿	Au		混 岩热 液 (加 低岩 浆热 液)

注:资料来源据韩振新,2004,有删改

2 1.2 1 与受变质沉积作用有关的铁、金 (钴) 矿床
成矿亚系列 (- 1)

该亚系列分布在东风山早元古代裂隙槽内,矿床赋存在东风山群的硅铁建造中,主要有受变质沉积并受变质热液富集的铁、金(钴)矿床和受变质沉积铁

矿床。据此可分 2 个矿床式,即东风山式和亮子河式。本文仅讨论东风山式。

王长水,王先政,王秀华,等,黑龙江省区域成矿、预测及资源经济评价. 2005.

东风山矿床式 (Fe、Au):分布在汤原—南岔地区。该式矿床赋存在东风山群中受变质沉积的硅铁建造中,已发现有汤原县东风山铁、金(钴)矿床和铁力市东风林场铁、金矿床,以东风山铁、金(钴)矿床最具代表性。

东风山矿床出露的东风山群亮子河组构成南北向的紧密背斜构造。该组划分为 3 个岩段:下部岩段主要由石英片岩、石英变粒岩等硅质岩石和磁铁矿石岩、磁铁透闪石岩、铁橄榄铁闪岩等铁质岩石(铁矿)组成,厚度 40~120m,其中铁矿层厚度在 30m 左右,其上、下岩层均为硅质岩石;中部岩段以大理岩为主,夹电气石石墨片岩、石英片岩、变质凝灰岩等,厚度 350~450m;上部岩段主要由石英片岩、石墨片岩、黑云石英片岩等组成,厚度 350m。金、钴矿体多呈似层状和扁豆状产于下部岩段铁矿层的下部和铁矿层下伏的硅质岩层的上部。钴矿体分布比较连续,金矿体一般分布在钴矿体中,呈不连续分布。金矿体主要分布在背斜的西翼,在背斜东翼分布的金矿体很少。除了上述整合型金矿体外,还有一些产在背斜脊部层间

虚脱部位的鞍状矿体。这类金矿体赋存在铁矿体中,明显受构造控制。此外有少量穿切地层的矿体,主要是含金石英脉。

该矿床的金矿体主要是整合型的,赋存在铁矿层下部。矿石中的金属矿物主要是磁黄铁矿和磁铁矿,此外有黄铁矿、黄铜矿、毒砂、辉钴矿、红砷镍矿、镍黄铁矿等。非金属矿物主要为角闪石、辉石、铁橄榄石、石榴子石和石英。自然金主要赋存在毒砂、辉钴矿、磁黄铁矿等金属矿物中,其次也赋存在石榴子石、铁闪石等造岩矿物中。矿石按组构特征可分为 3 类:弱变质条件下形成的细条带状矿石;较强变质条件下形成的粗条带状矿石;热液作用形成的脉状矿石。由 I 类矿石到 III 类矿石,自然金中的砷、硫、钴含量和 Co/Ni、S/As 值增高,而自然金成色降低(见表 3)。此外,脉状矿体金品位较高,表明热液活动对金有明显的富集作用。计算表明,矿石中与磁铁矿和石英平衡的 ^{18}O 值变化在 12.8‰~15.8‰,矿物平衡温度为 519~563℃,反映热液具有变质成因特点。

表 3 东风山铁金矿床不同类型矿石中自然金化学成分对比表

矿石类型	样品数/件	杂质元素含量 $w_B/\%$			$w(\text{Co})/w(\text{Ni})$	$w(\text{S})/w(\text{As})$	金成色 /‰
		As	S	Co			
细条带状矿石	3	0.08	0.08	0.10	0.56	0.99	933
粗条带状矿石	4	0.16	0.20	0.17	5.21	1.29	926
脉状矿石	9	0.33	0.59	0.31	5.48	1.46	891

2.1.2.2 与混合岩化热液富集与改造有关的金矿床成矿亚系列 (- 2)

该亚系列分布在佳木斯—兴凯地块的佳木斯古元古代隆起中。该亚系列的矿床主要是含金地质体(兴东群变质岩系)经混合岩化富集后形成的金矿(新立式),其中有些矿床受到燕山期成矿作用叠加(老柞山式)。矿体赋存在元古代混合花岗岩和兴东群变质岩中。对于受燕山期成矿作用叠加的矿床,有部分矿体可赋存在燕山期侵入体内。矿体一般呈脉状,主要受断裂或破碎带构造控制。矿石类型主要为自然金-石英型和自然金-硫化物-石英(碳酸盐)型。围岩蚀变发育,主要有硅化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸盐化、矽卡岩化等。

老柞山式金矿床特征简述如下。

老柞山矿床式 (Au):该式矿床(点)分布在佳木斯—兴凯地块的佳木斯古元古代隆起,包括七台河市老柞山金矿床和勃利县羊胡子山、双星沟、王满堂等金矿点。这些矿床(点)主要是在早元古代含金地质体(兴东群大马河组和大盘道组)的基础上经混合岩化作用而富集成矿,以后又叠加了燕山期与(超)浅

成岩浆作用有关的金成矿作用。

该式以老柞山金矿床为代表。矿区内出露的兴东群大马河组以元古代混合花岗岩的残留体产出,主要岩性为混合岩、变粒岩、黑云斜长片麻岩、石英片岩、大理岩等。原岩为海相碎屑岩及碳酸盐岩。地层中的某些岩层金丰度值较高,其中的黑云斜长片麻岩平均含金 74.4×10^{-9} 。区内广布的元古代混合岩、混合花岗岩是兴东群受到混合岩化和花岗岩化的产物,构成金矿的主要围岩,它们也具较高的金含量,混合岩平均含金 40×10^{-9} ,混合花岗岩平均含金 13.5×10^{-9} 。燕山晚期的辉石闪长岩、闪长玢岩、石英闪长玢岩、花岗斑岩和霏细岩等(同位素年龄 96~106Ma)呈脉状或小岩株状沿北西向断裂穿切兴东群和混合花岗岩。矿区内发育北西向断裂,其产状与地层产状基本一致。

老柞山矿床有 200 多条矿体,均呈脉状产出,主要赋存在混合岩和混合花岗岩内的破碎带和裂隙中,部分矿体产在燕山晚期斜长花岗斑岩的破碎带和裂隙中以及矽卡岩的破碎带中,属蚀变岩型。矿石类型有自然金-毒砂-黄铁矿-石英型、自然金-硫化物

型和自然金-磁黄铁矿-碳酸盐型等。矿石构造为脉状、细粒浸染状、稠密浸染状和块状。矿石中的金属矿物主要为毒砂、磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿,其次有白铁矿、方铅矿、闪锌矿、辉钼矿及自然金。围岩蚀变发育,主要有硅化、黄铁矿化、绢云母化、钾化、矽卡岩化和碳酸盐化。矿区的 ^{34}S 值变化在 $2\text{‰} \sim 7\text{‰}$,平均 4.5‰ ; ^{18}O 值变化在 $10.27\text{‰} \sim 13.70\text{‰}$; ^{13}C 值变化在 $-2.64\text{‰} \sim -5.33\text{‰}$,平均 -4.15‰ 。矿区中主要由混合岩化作用形成的金矿体(自然金-磁黄铁矿-碳酸盐组合、自然金-磁黄铁矿-黄铜矿-石英组合)中,石英的均一温度为 $220 \sim 250$,爆裂温度为 295 ;方解石的均一温度为 $140 \sim 208$;磁黄铁矿的爆裂温度为 $130 \sim 180$ 。燕山晚期岩浆作用形成的金矿体(自然金-毒砂-黄铁矿-石英组合)中,石英的均一温度为 $350 \sim 440$,毒砂的爆裂温度为 $345 \sim 390$ 。由上可知,老柞山矿床的早、晚两期成矿作用特征有明显区别:元古代混合岩化热液成矿温度较低,金矿化常与铜矿化伴生,成矿流体中硫逸度低(形成磁黄铁矿)和砷含量低(很少形成毒砂);燕山晚期岩浆热液成矿温度较高,金矿化一般不与铜矿化伴生,成矿流体中硫逸度高(形成大量黄铁矿)并且富砷(形成较多毒砂)。

2.2 矿床成矿系列的成矿控制条件及成矿特征

该系列矿床的基本成矿条件是沉积作用和变质(及混合岩化)作用,不同类型的沉积建造受不同类型的变质(及混合岩化)作用控制,形成各类矿产。

2.2.1 沉积成矿条件及成矿物质来源

该成矿系列的矿床主要是受变质沉积型,因此沉积建造的物质成分特征对后来在变质和混合岩化作用下形成的矿产种类具有决定性影响。该系列中的主要矿床是铁矿及金矿。形成这些矿床的物质成分基本都来自含矿地层本身。麻山群和兴东群中有大量富铝的黏土岩类和碳质岩石,它们是区域变质作用中上述地层内形成丰富的矿产的物质基础。兴东群中还存在含铁岩层,铁质是在原始沉积作用中富集在地层中的某些层位,在区域动力热流变质中再次富集形成条带状磁铁矿石岩型铁矿。混合岩化作用使已形成的磁铁矿晶体进一步重结晶,部分铁质在混合岩化热液作用下发生近距离迁移,在原含铁建造中以及在混合花岗岩中形成一些受构造控制并具有热液特征的铁矿。不同类型的铁矿分布范围均未超出含铁岩系(兴东群大盘道组),表明铁矿的成矿物质来源于赋矿地层本身。金的主要来源也是变质岩系,兴东群的原岩以正常沉积岩为主,但夹有一些以中-基性成分为主的火山岩,这些变质火山岩具有较高的金含

量。据黑龙江省区域地质志资料,老柞山地区的原岩为中基性火山岩的黑云斜长变粒岩和黑云斜长片麻岩,其金丰度值为 54×10^{-9} 。

2.2.2 变质及混合岩化作用与成矿的关系

该成矿系列的矿床均与变质作用有关。矿床一般是在区域动力热流变质作用中形成,其中大多数又受到混合岩化作用的改造。

变质铁矿床主要赋存在兴东群中。东风山群中也存在含铁建造,但很少形成工业矿床,形成的少数矿床或品位低、规模小,或矿石中的铁大量赋存在硅酸盐矿物中,矿石的全铁品位与可熔铁品位差值很大,难以为工业利用。黑龙江省大部分铁矿资源储量分布在兴东群的中级变质岩区,表明变质程度增高对变质铁矿的形成是有利的。

由于变质成因金矿床的形成温度与绿片岩相变质的温度条件相似,故而兴东群和麻山群中发生的角闪岩相-麻粒岩相变质作用对变质热液型金矿的形成是不利的。在兴东群和麻山群中赋存的岩金矿床很少,并且主要与混合岩化作用有关。在老柞山矿区,兴东群的黑云斜长片岩含金丰度为 74.4×10^{-9} ,片麻状均质混合岩含金丰度为 40×10^{-9} ,混合花岗岩为 13.5×10^{-9} ;在汤原县黑金河地区,兴东群变质岩平均含金 0.08×10^{-6} (据28个样品统计),元古代混合花岗岩平均含金 0.05×10^{-6} (据80个样品统计)。上述资料表明,金丰度值较高的变质岩经混合交代作用转变为混合岩及混合花岗岩之后,金含量明显降低。从低级变质到中-高级变质到混合岩化和花岗岩化,是地质体中金含量不断降低的过程。在混合岩化作用中,金随混合岩化热液发生迁移,在适宜的条件下形成混合岩化热液型金矿。

2.2.3 成矿作用特征

前已述及,该矿床系列的基本控制条件是原始沉积建造及各类变质(及混合岩化)作用,因而很明显,该矿床成矿系列各类矿床的成矿组分都是在晚太古代-早元古代的沉积作用及火山-沉积作用中初步富集在麻山群、兴东群等地层中,在此后的区域动力热流变质、混合岩化和花岗岩化作用中,地层中的成矿组分又发生多次富集作用和活化迁移,在原沉积建造以及混合花岗岩中形成不同矿种、不同成因类型的一系列矿床。当然也有在此基础上又叠加了燕山期(以晚期为主)(超)浅成中酸性岩浆的成矿作用(包括岩浆侵入作用及火山作用),形成复合成因的金、多金属矿床,如老柞山岩金矿床即属此类成矿作用类型。

3 结 语

通过以上对黑龙江省前寒武纪基底地质背景及

其赋存的成矿系列特征(含典型矿床式特征)及其控矿条件的讨论,深化了我们对黑龙江省成矿系列和成矿规律的认识,为开展黑龙江省与前寒武纪基底有关

的金矿成矿预测及勘查基地优选奠定了基础。
黑龙江省与前寒武纪基底有关金矿成矿系列主要结构与关系特征可总结为:

- (1)成矿作用以受变质沉积及混合岩化作用为主。
- (2)成矿元素以金为主,伴(共)生铁。
- (3)成矿控制条件以沉积作用及变质(及混合岩

化)作用为主,有时叠加了(超)浅成岩浆成矿作用。
(4)成矿系列演化具侧向迁移和叠加趋势(研究成果另发,本文未讨论)。
本文在成文过程中,得到中国地质大学(武汉)姚书振教授的帮助,在此深表谢意。

[参考文献]

[1] 黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省区域地质志 [M]. 北京:地质出版社, 1993.
[2] 韩振新,徐衍强,郑庆道,等. 黑龙江省重要金属和非金属矿产的成矿系列及其演化 [M]. 哈尔滨:黑龙江人民出版社, 2004.

A research on the Precambrian basement and gold metallogenic series in Heilongjiang province

Wang Changshui^{1,2}, Sun Fusheng², Wang Xiuhua²

(1. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences (Wuhan);
2. Institute of Geological Sciences of Heilongjiang Province)

Abstract: The characteristics of Precambrian basement in Heilongjiang province are complex structures, frequent magmatic activity, intense deformation and alteration and particular metallogenic activity. Based on the geological features of the Precambrian basement, the gold metallogenic serie and characteristics are discussed. What's more, representative deposits are studied carefully. The research is very helpful to deepen the understanding of Precambrian deposits in Heilongjiang province and to select Precious Metal Mineral Products Exploration Base in the 11th five-year plan.

Keywords: Precambrian basement; gold metallogenic serie; representative deposit; Heilongjiang province
(编辑:宿晓静)

中国黄金集团公司召开 2007 年工作会议
谋求超常规跨越式发展

2007年 2月 6日至 7日,中国黄金集团公司在北京召开 2007年工作会议。国务院国资委李荣融主任对集团公司 2007年工作会议的召开作出重要指示:“2006年,黄金集团又取得了新进展,向你们表示祝贺。望你们新的领导班子团结带领广大职工继续深化改革,强化战略管理,加大储量勘探,推进技术进步,切实提高企业竞争力,再创新佳绩!”

会议总结回顾了 2006年及集团公司组建以来的工作,深入分析了今后发展所面临的形势,明确提出了“十一五”后 4年的总体发展思路和 2007年的各项工作任务目标。

国有重点大型企业监事会主席范有年、国家发展改革委工业司副司长熊必琳等出席会议并作重要讲话。国土资源部开发司司长贾其海作矿业管理政策专场报告。国有重点大型企业监事会办事处主任武伟,国务院国资委企业领导人员管理二局三处处长王礼,国家发展改革委工业司稀土建材处处长王彩凤、史瑞庭,国土资源部勘查司行业办副主任孟海涛以及国有重点大型企业监事会专职监事等有关部委的同志,中国黄金协会有关负责同志共同参加了会议。

中国黄金集团公司总经理、党委书记孙兆学作了题为《求新求变抓管理,更好更快谋发展,为切实提高集团公司竞争力而努力奋斗》的工作报告。集团公司党委副书记、纪委书记张廷军主持大会开幕式。集团公司副总经理王富江作会议总结。

范有年在讲话中肯定了集团公司所取得的成就,高度评价了集团公司为国家所做出的历史性贡献,并对集团公司提出的新的战略布局和发展思路表示肯定。他指出,要以科学发展观指导中国黄金集团公司又好又快发展,要充分利用中央企业的优势尽快做大做强,要重视科技成果的转化,积极推进构建和谐企业的工作。

熊必琳在讲话中介绍了当前我国经济建设的总体形势,指出黄金工业进入了重要的转折期和发展期,面临着诸多机遇,也面临着巨大挑战。熊必琳充分肯定并赞同集团公司此次大会工作报告提出的发展思路和工作措施,希望集团公司要进一步解放思想,转变观念,积极推进组织结构调整和资源整合作,加大资源开发和技术创新力度。他表示,国家发展改革委工业司将一如既往地支持中国黄金集团公司的发展。

(下转第 44 页)