佳木斯—兴凯地块元古宙成矿作用

Roterozoic Metallogeny in Jiamusi-Xingkai Massif

王喜臣[1,2] 刘金英[2] 张振文[3] 鲍水玉[4] 葛文胜[1]

(1 中国地质大学，北京 100083；2 沈阳地质矿产研究所，辽宁 沈阳 110032；3 辽宁工程技术大学，辽宁 阜新 123000；4 东北煤田地质局，辽宁 沈阳 110032)

Wang Xichen[1,2], Liu Jinying[2], Zhang Zhenwen[3], Bao Shuiyu[4], Ge Wensheng[1]

(1 China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2 Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110032, Liaoning, China; 3 Engineering and Technology University of Liaoning, Fuxin 123000, Liaoning, China; 4 Northeast Bureau of Coal Industry, Shenyang 110032, Liaoning, China)

摘 要 佳木斯—兴凯地块是前寒武纪古老变质杂岩广泛出露的地区它经历了古亚洲构造域的发生、发展和最后形成的多旋回演化过程，又经受了老、新太平洋板块的多次作用，形成复杂的构造格局。在佳木斯—兴凯地块前寒武纪变质岩系及其周围的花岗质岩石中，蕴藏着多种多样矿产， 如铁、金、钴、镍、钨、石墨、夕线石、磷灰石、透辉石、大理岩等。它们共同的特点是：矿体基本都产在前寒武纪变质岩系中，具有较明显的层控性质。从已查明的矿产资源及地球化学场的特征表明，研究区是我国，也是太平洋成矿带贵金属、有色金属、多金属和黑色金属，以及能源和非金属矿产资源主要产地之一。尤其值得注意的是在东风山群中、下部岩层中具有可与世界著名的霍姆斯塔克金矿床及卡林型金矿床相类比的含矿岩石，启示我们在我国前寒武纪地层中具有很大找矿潜力。

关键词 前寒武纪 找矿方向 佳木斯—兴凯地块

佳木斯—兴凯在中国大地构造中处于特殊的位置。它经历了古亚洲构造域的发生、发展和最后形成的多旋回演化过程，又经受了老、新太平洋板块的多次作用，形成复杂的构造格局，不同沉积环境的地层发育齐全，沉积建造类型多种多样，岩浆侵入和喷发频繁而强烈，变质及变形作用也显示了普遍性、多样性和复杂性。多种多样的地质作用和复杂多变的地质环境为不同矿种、不同成因类型的各式各样矿产的形成奠定了基础。佳木斯—兴凯地块基底由新太古代高级变质岩系和古元古代绿岩，以及与它们伴生的岩浆岩组成。从已查明的矿产资源及地球化学场的特征表明，研究区是我国，也是太平洋成矿带贵金属、有色金属、多金属和黑色金属，以及能源和非金属矿产资源主要产地之一。

1 大地构造

佳木斯—兴凯地块位于黑龙江省东部小兴安岭至老爷岭一带。该区是前寒武纪古老变质杂岩广泛出露的地区，大地构造位置属于华北地台与西伯利亚地台之间的古生代地槽区，它是这一地槽区内一个相对稳定、呈南北向展布的地块（图略）。

佳木斯地块向北延至俄罗斯与布列亚地块相联，它们构成了东北亚一巨大的前寒武纪地块。该地块与西伯利亚古陆于早寒武纪末期相对接拼合，作为古西伯利亚板块的一部分，在古生代向其东、西、南 3 个方向增生和演化。

2 前寒武纪地层

佳木斯—兴凯前寒武系发育较全。新太古界和古、中、新元古界都有出露，分布广泛，岩性复杂，变化较大，形成了中深变质岩系至浅变质岩系。

第一作者简介 王喜臣，男，1958 年生，博士研究生，教授级高工，长期从事矿床地质与科研生产和管理工作。

2.1 新太古界麻山群

麻山群主要岩性为石墨片岩、大理岩、石墨透辉大理岩、含橄榄大理岩、辉石变粒岩、斜长透辉变粒岩、角闪透辉煌斜长变粒岩、黑云斜长片麻岩、含紫苏辉石麻粒岩等。变质相达到高角闪岩相-麻粒岩相。岩石遭到混合岩化作用，形成混合片麻岩及混合花岗岩。岩石中副矿物以锆石、石榴石、钛铁矿较多，锆石长宽比不大。麻山群产石墨、夕线石、云母、蛇纹石、白云岩、大理岩及磷灰石等矿产。

2.2 古元古界兴东群

兴东群由石英片岩、变粒岩、大理岩、混合岩等组成。分下、中、上 3 部分：下部混合岩类较发育，常与变粒岩、石英片岩或大理岩互层；中部含石墨较多，主要为含石墨变粒岩、含石墨石英片岩、石墨片岩、含石墨大理岩，局部为含磁铁石英岩、磁铁矿；上部以各种混合岩为主夹变粒岩、片麻岩或含少量的大理岩。

2.3 古元古界东风山群

本群中-下部为大理岩、绢云石英片岩、二云石英片岩、电气石英岩及黑云二长变粒岩、夕线片岩、炭质片岩，夹含铁石英岩和磁铁绿泥二云片岩；上部为大理岩、绢云石英片岩、白云石英片岩、电气白云石英片岩、钙质片岩、二云二长片麻岩、二云钾长片麻岩、二云钠长片麻岩、石墨片岩，向上过渡为混合岩、浅粒岩、变粒岩及夕线黑云石英片岩。在东风山地区，磁铁石英岩与变基性火山岩相伴，反映本群底部可能有硅铁建造。

2.4 中元古界黑龙江群

黑龙江群是克拉通边缘裂谷环境中形成的深海相火山-沉积岩系，其下部以镁质火山岩占优势，上部以长英质火山岩和沉积岩占优势，主要经受高绿片岩相区域变质。黑龙江群分为上、下两个亚群，下亚群为变形强烈的蓝闪片岩相-高绿片岩相岩石组合，上亚群为高绿片岩相-低角闪岩相岩石组合，具混合岩化。

2.5 中元古界马家街群

下部为含十字二云片岩、绢云石英片岩、含石榴炭质片岩及石榴电气白云片岩；中部为千枚状炭质片岩、千枚状含红柱炭质片岩，上部为千枚状炭质片岩、千枚状红柱炭质片岩与结晶灰岩、片状石英岩互层。

2.6 新元古界张广才岭群

分布在张广才岭主峰一带，由千枚岩、片岩、斜长角闪岩、大理岩、变粒岩组成。本群因花岗岩吞蚀和断裂破坏，层序不完整。

3 前寒武系成矿作用

3.1 岩石的含金性

根据野外资料，对中下元古界和吕梁期侵入岩部分岩石的含金性进行了统计，结果含金性较好。中下元古界中金丰度值一般高于克拉克值（0.0035 g/t）14～60 倍，吕梁期混合花岗岩高于 14～50 倍。目前凡通过古元古界或吕梁期混合花岗岩的大小河流，都有程度不等的砂金矿床、矿点的形成。

3.2 变质作用

麻山群的镁质碳酸盐岩-富铝、富碳的粘土质、半粘土质岩夹基性、中基性火山岩建造，代表早期地壳上雏形地槽环境。于晚太古代末岩石遭受强烈的变质作用，形成了以产出蓝晶石为特征的低角闪岩相、高角闪岩相和麻粒岩相的递增变质带。属中压区域热流变质作用，后又叠加了低压区域热流变质作用。

兴东群变质相主要以低角闪岩相的单相变质作用为主，局部有高角闪岩相呈“热点”状出现，在变质泥岩中，低压型红柱石矿物普遍出现，说明地热梯度较高，与变质岩密切伴生的混合岩十分发育，以中等混合岩化作用为主。兴东群变质作用类型为低压区域动力热流变质作用。

东风山群的变质岩原岩为粉岩、泥岩、泥质岩、少量砂岩、不纯石灰岩夹流纹岩以及凝灰岩，属砂泥质-碳酸盐岩建造。在不同地区形成了具低压特点的高绿片岩相和低角闪岩相高温带组合的变质岩。后期变质岩石普遍遭受混合化作用。

黑龙江群的变质程度以绿片岩相为主，但不同地段的变质程度有所不同。在绿岩带的中心部位变质程度低，为绿片岩相；位于绿岩带边缘部分或与混合花岗岩接触部位，变质程度较高，为角闪岩相。

3.3 构造、岩浆、地层成矿作用

我省目前已知的原生金矿多数是产在前寒武系变质岩隆起区边缘与中生代断陷盆地接壤部位。由于中生代断陷盆地是在

元古界黑龙江群基底上发展起来的，事实说明中生代火山岩浆（熔浆）的产生是由于元古宙黑龙江群的有关地层发生重熔的结果，火山热液中的金来源于重熔前的含金变质岩。这种古陆基底成分影响后期重熔岩浆成分和内生金属成矿的规律，在黑龙江省其它地区也能见到。在时间上也是符合多阶段、多期次成矿的继承性发展规律。据此认为，在黑龙江省地槽基底的隆起部分，主要是那些元古宙变质岩隆起的边缘沉降或拗陷区，且有近地表或浅部中-酸性小岩体侵入，次火山岩发育的地方来寻找变质热液-混合岩化热液、岩浆热液-次火山岩热液型金矿床是值得重视的找矿方向。

3.4　成矿的多期次、多阶段性

据现有资料，我省金矿分布在时间上并无成矿时代的专属性，各地质时代都有金矿床形成；但成矿期经历地质时间越长，成矿作用经历期次越多，则更有利于形成工业矿床。如老柞山金矿以元古宙成矿期为主，以后又有华力西、燕山期限的继承性成矿作用和侵入活动，而使金再次富集成矿，明显地表现出矿床形成的多期次、多阶段性。

4　成矿地质条件类比提供找矿信息

佳木斯-兴凯地块前寒武纪变质岩系及其周围的花岗质岩石中，蕴藏着多种多样矿产，如铁、金、钴、镍、钨、石墨、夕线石、磷灰石、透辉石、大理岩等。它们共同的特点是：矿体基本都产在前寒武纪变质岩系中，具有较明显的层控性质。由于该地块处于活动带之中，受后期构造运动的影响十分强烈，重大地质事件多次重叠，致使赋存在其中的矿床遭受了多期改造，具有明显的多阶段性。

东风山金矿床位于佳木斯中间地块中段西部边缘的牡丹江深断裂附近，产于前寒武纪条带状含铁建造中，具有一定的层控的性质，是国内前寒武纪条带状含铁建造金矿床的典型代表，并同美国的霍姆斯塔克金矿床有很多相似之处，启示我们在我国前寒武系绿岩带含铁建造中可找到金矿床。

东风山群按岩性组合特征可分为上、中、下 3 组：下部岩组为条带状含铁建造，中部为一套变质碳酸盐岩-炭质陆源碎屑岩建造，上部为陆源碎屑岩建造。中部岩组的特征与美国卡林矿区的含矿层（罗伯茨山组）相对比,认为二者具有多方面的相似性（表 1）。

表**1**　东风山矿区东风山群中部岩组与卡林矿区含矿层特征对比

	美国卡林矿区含矿层	东风山矿区东风山群中部岩组
地层岩石组合	板状粉砂质灰岩、白云质粉砂 质灰岩、泥质粉砂岩和燧石层	(泥质-粉砂质)大理岩及白支质大理岩、含石墨泥质征岩及硅质岩
金沉淀的岩性条件	白云质灰岩渗透性好，地层中炭质分布普遍且局部富集	泥质-粉砂质大理岩渗透性好，地层中炭质含量高，微晶石墨分布普遍
金沉淀的构造条件	薄层状、条带状和层间破碎构造，存在高角度断层	大理岩与炭质片岩、板岩、硅质岩等互层产出，存在层状角砾岩，断裂发育
地层中的侵入体	闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、石英斑岩等岩墙和小侵入体，均受热液蚀变；金矿化与岩墙空间关系密切	闪长岩、花岗闪长岩、安山玢岩、花岗斑岩等岩墙分布广泛，矿体附近尤为发育，均受绢云母化等蚀变，部分岩墙受金矿化
蚀变	钙化、泥化、硅化、去碳酸盐化	碳酸盐化、硅化、泥化
特征微量元素组合	Au、As、Sb、Hg	Au、As、Sb
地层中的金属矿物	同生与次生黄铁矿广泛分布	地层中普遍含星散状黄铁矿，局部含闪锌矿、方铅矿

东风山群中、下部岩组都有存在碳酸盐岩、硅质岩、火山碎屑岩和炭质岩石，但在下部中发育了铁质岩石。中、下部岩组中都存在金与银、砷、锑、钴、镍的正相关关系。从地层中硫化物的发育程度来看，中、下岩组中均有较多硫化物分布，沉积旋回结构特征也很相似。地层中金的丰度值中部岩组岩石含 Au 10.7×10^{-9}～104.6×10^{-9}，超过区域背景值 5～200 倍以上，与含矿的下部岩组基本一致。在中部岩组随机采样发现有含金 0.1g/t

细晶大理岩中曾发现连续两个样品含金 0.31g/t，黄铁矿化大理岩最高含 Au 1000×10^{-9}，平均含 Au 223×10^{-9}。综上所述，表明东风山群中部岩组亦具备形成金矿的地质条件，这种成因机理也与广泛分布于巴西、加拿大等地的产于变质碳酸盐岩-炭质陆源碎屑岩中的浸染型金矿基本相同。

前苏联于 70 年代初在南乌拉尔的新元古代地层的变质碳酸盐建造中发现了浸染型金矿，含矿地层主要为镁质碳酸盐岩

夹含炭泥质片岩，细脉浸染状金矿化发育于白云岩和糜棱岩中，我国于 70 年代在东秦岭东端前寒武纪变质岩系中亦发现了赋存在含石墨白云质大理岩中的微细浸染型金矿（谭头山）。

5 找矿方向

佳木斯-牡丹江成矿带内大部分岩金矿床，分布在元古宙变质岩系中，约占全部金矿化点 72%，明显受地层分布范围的控制。主要赋存于古元古界，吕梁期侵入岩及它们的接触带中。因此，沿东风山-格金河-亮子河复背斜方向，对含铁建造进行含金性研究是必要的。同时应扩大东风山金矿外围找矿,并注意发现其它类型金矿床。

（1）风化壳型镍矿。在部分地区（萝北大金顶子、横道河子及太平沟等地）发育的大小不同超基性岩体，在空间分布上与变质岩关系密切，如大金顶子蛇纹岩体直接侵入黑龙江群中，在蛇纹岩体风化壳中产有镍矿。

（2）沉积变质型铁矿。铁矿产在黑龙江群上部矿体直接围岩为石英片岩，矿石类型有含石榴石、阳起石、磷灰石赤铁石英岩和条带状磁铁石英岩，含 Fe 平均 27.3%，含 Mn 4%～5%，含 P 1%～3%，认为矿床属沉积变质型。

（3）沉积变质型锰矿床。锰矿产在黑龙江群组透闪片岩、透闪绿泥片岩、钠长绿泥透闪片岩所夹绢云石英片岩和黑云片岩内，含锰矿物为硬锰矿及钙蔷薇辉石，矿石构造为块状及条带状，矿化属沉积变质型锰矿。

（4）石墨矿。产在麻山群石墨石英片岩或石墨片岩、片麻岩中，常与变质型磷灰石矿共生，石墨矿规模中至大型。

（5）金云母矿。赋存在富镁质碳酸盐建造中，在交代岩带中金云母多位于白云质大理岩、蛇纹岩带中及透辉石、钾长石岩带中。经常与交代型磷矿伴生，属交代型金云母矿。

（6）夕线石矿。柳毛组夕线石矿产在柘榴片岩及其片麻岩中，矿物主要由夕线石、石英、长石和柘榴石组成，属含铝粘土质岩石经混合变质作用生成。

（7）沉积变质型磷矿化。在钙质和铁质沉积层中磷矿化偏高，是找磷矿远景层位。

（8） 透闪石石棉矿。在老沟组白云质大理岩内发现透闪石石棉矿，多与白云质大理岩的层面错动带有关。

（9）白云质大理岩、白云岩。产在麻山群中，大理岩一般呈层状和透镜状分布在片岩和片麻岩中，岩石呈灰白色，主由方解石组成。，区内白云质大理岩一般质量较好。黑龙江群发育的白云岩一般含 MgO 18%以上。

参 考 文 献

曹熹. 1992. 佳木斯复合地体. 长春：吉林科学技术出版社. 37～44.

韩振新. 1996. 黑龙江省主要成矿带矿床成矿系列. 哈尔滨：哈尔滨工程大学出版社.

黑龙江省地质矿产局. 1993. 黑龙江省区域地质志. 北京：地质出版社.

赵春荆. 1996. 吉黑东部构造格架及地壳演化. 沈阳：辽宁大学出版社.