第 13 卷第 4 期　　地 质 与 资 源　　Vol. 13 No. 4
2004 年 12 月　　GEOLOGY AND RESOURCES　　Dec. 2004

文章编号:1671 - 1947(2004)04 - 0222 - 07　　中图分类号:P618.51　　文献标识码:A

内蒙古东部二连浩特 - 乌兰浩特地区金矿化特征的初步研究

赵利青[1,2],孙世华[2],肖成东[3],雷时斌[4],毛　骞[2],方从益[1]

(1. 武警黄金地质研究所,河北 廊坊 065000; 2. 中国科学院 地质与地球物理研究所 矿产资源研究重点实验室,北京 100029; 3. 天津华北地质勘查局,天津 300181; 4. 武警黄金指挥部,北京 100102)

摘　要:研究区属含古老地块并经中生代改造的中古生代造山带,存在金、锡等丰度较高的锡林浩特元古宙杂岩、古生代蛇绿岩及板块缝合带、二叠系火山岩、中生代伸展构造背景下的大规模火山 - 侵入活动及锡多金属成矿作用. 本区金矿化类型主要有:韧性剪切带中的石英脉型、蚀变岩型金矿,产于幔源中基性侵入岩中的铜金矿,燕山晚期斑岩型铜金矿,与燕山期次火山岩浆活动有关的脉状铜矿床中的伴生金矿化,微细浸染型金矿化,浅成低温热液型金矿化等. 研究区金矿成矿时代可分为 242 ~ 229 Ma、169 ~ 161.8 Ma、132 ~ 159 Ma(可能以 130 ~ 140 Ma 为主)、127 ~ 109.2 Ma 四个区间. 认识到存在印支期成矿、燕山期多阶段成矿等特点对于区内金矿勘查有重要意义. 新发现 7 个矿床(点)的伴生金矿化. 毛登、大井等多金属矿床的伴生金矿化具有重要的潜在工业意义.

关键词:大兴安岭;内蒙古;成矿地质构造背景;金矿化类型;成矿时代;伴生金矿化

二连浩特 - 乌兰浩特地区位于华北地台北缘西拉木伦河断裂以北、松辽地块西部,属于天山 - 兴安造山系的北山 - 内蒙古 - 吉林造山带[1],处于 E - W 向古亚洲成矿域与 NE 向环太平洋成矿域的交汇部位. 前人提出了锡林浩特微板块[2,3],确定了板块构造格局[4],但对板块缝合带的位置及南蒙古板块与华北板块拼合的时间存在较大的争议[1,5,6]❶. 本区是我国北方惟一的锡银铜多金属成矿省,已发表大量专著[7~10],但对金矿的勘查和研究则很少.

锡林浩特等微陆块属强烈卷入造山带的古中华陆块群[1](图 1). 苏尼特左旗地区 17 ~ 19 亿年变质岩的发现[11~13],说明苏尼特左旗地区与华北地块一样具有 18 亿年左右的变质基底[14,15]. 内蒙古地质矿产局[16]将双井 - 巴林桥地区的变质岩划分为元古宙宝音图群,赵一鸣等[17]划归新太古界,王友等[17]认为属新太古界—古元古界,应属华北地块的一部分. 根据研究区存在古老变质岩系、至少在三叠纪以后华北板块与二连浩特 - 乌兰浩特地区已连为一体、燕山期具有与华北地块同期的火山岩浆活动等特点,推测区内前寒武纪地层可能为后期成岩成矿提供大量物质,形成金矿化.

本文是对本区金矿成矿的首次研究,以期把握金矿化的总体规律,指导金矿勘查.

1　二连浩特 - 乌兰浩特地区区域地质构造背景

研究区位于 E - W 向西拉木伦河深断裂(内蒙古 - 吉林缝合带华力西缝合带[1])、NNE 向嫩江深断裂、NE 向贺根山深断裂围限的区域. 区内有早古生代和晚古生代两期蛇绿岩[5]. 苏尼特左旗南部有早古生代乌勒图 - 乌兰呼都格 - 查干乌拉蛇绿混杂岩[18](409 Ma).

本区总体属含古老地块并经中生代改造的中古生代造山带. 区内(古)中元古代地层是 Rodinia 超大陆古华北板块北缘中元古代造山带的一部分;新元古代发生陆缘裂解;早古生代属俯冲时期(500 ~ 370 Ma),形成苏尼特左旗地区奥陶纪—志留纪—泥盆纪石英闪长岩、英云闪长岩等;中古生代(晚泥盆世—早石炭世,370 ~ 320 Ma)华北板块与蒙古板块发生弱的碰撞造山,后期形成泥盆纪—石炭纪花岗闪长岩、黑云二长花岗岩等;晚古生代为陆内伸展、裂陷阶段,形成石炭系—二叠系火山碎屑岩系,早二叠世具有陆内裂谷特点,形成大石寨组双峰式火山岩;晚二叠世—三叠纪—早侏罗世为陆内强烈构造变形阶段,全区普遍隆起、剥蚀,同熔型花岗岩、大量陆壳重熔型花岗岩侵入,韧性剪切及大型推覆构造发育,此阶段也是古亚洲构造域与古太平洋构造域构造演化叠加期:晚侏罗世本区进入太平洋构造域强烈影响的构造新环境,断陷盆地内有火山喷发;白垩纪时在拉张环境下形成沙尔塔拉 A 型碱性花岗岩及含油煤建造盆地;新生代主要是全面隆升及第三纪碱性玄武岩的喷发.

本区大量前寒武纪基底岩石、蛇绿岩带、碰撞缝合带、大型韧性剪切带、早二叠世火山岩、晚华力西 - 印支期侵入岩、燕山期火山 - 侵入岩等可能是有利于金矿化的地质因素. 根据现代

收稿日期:2003 - 10 - 30;修回日期:2004 - 03 - 15. 李兰英编辑.

基金项目:中国科学院资源环境重大项目 KZ951 - B1 - 404 和武警黄金指挥部项目 HJ99 - 6 联合资助.

❶张福勤,李铁胜,张晓晖. 华北北部前中生代增生构造与中生代大陆伸展构造的基本轮廓. 见:中日专项型技术合作项目——中国矿物资源探查研究中心项目成果报告书,第三篇. 2001.

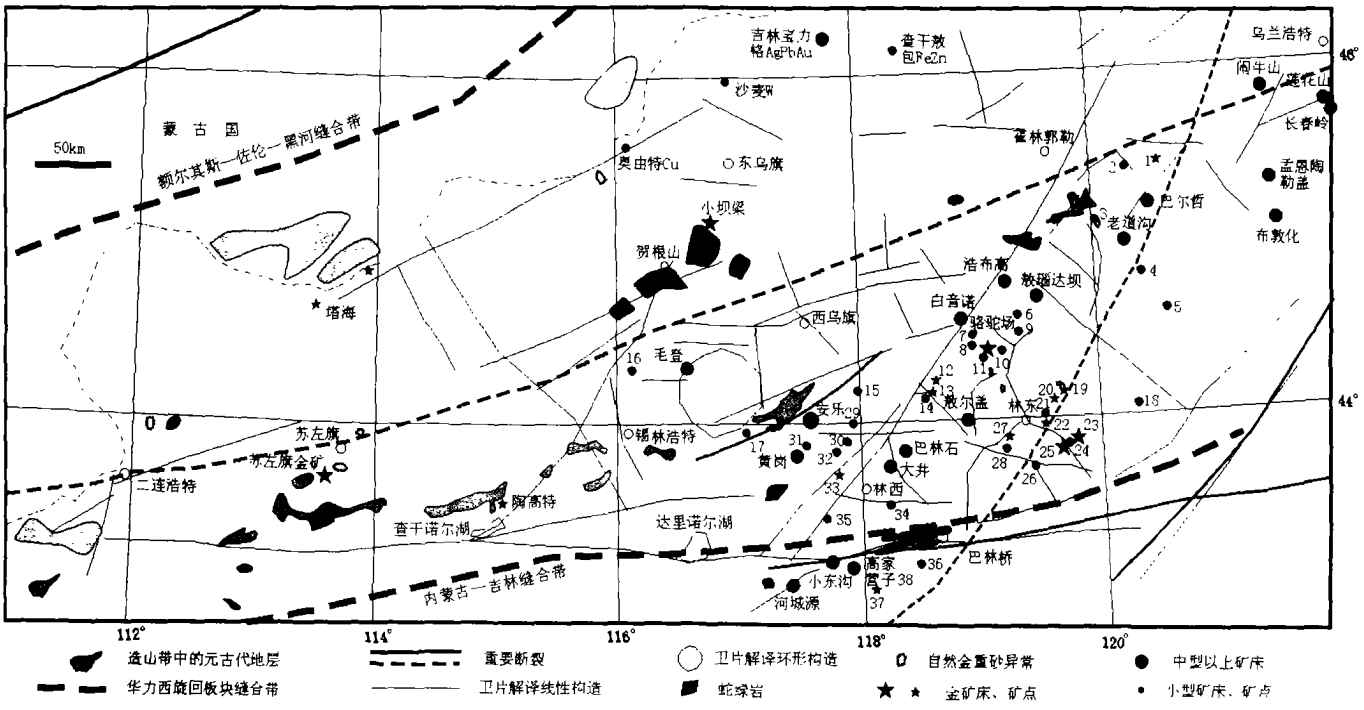

图 1　内蒙古东部二连浩特－乌兰浩特地区矿床(点)分布图

Fig. 1　Distribution of ore deposits and mineral occurrences in Erenhot-Ulanhot area, Eastern Inner Mongolia

1—道门乌拉铜金矿点;2—石长温多尔铅锌银矿床;3—哈德营子铜铅锌银矿点;4—敖包艾勒铜铅锌金银矿点;5—香山屯铜铅锌矿点;6—东山湾钨锡矿床及钼矿点;7—乌兰白旗铜锌矿点;8—白音乌拉北山铜矿点;9—得胜屯多金属矿床;10—中段铅锌矿床;11—上碧流台铜锌矿点;12—后卜河金矿化点;13—八家房铜金矿化点;14—新开坝银铅矿点;15—宝盖沟锡铁矿点;16—大梁锑金矿点;17—台菜花铌钽锡矿床;18—好来宝铜矿床;19—索贝山铜金矿点;20—白音沟铜金矿点;21—姜家湾铜银矿点;22—莫乱芦沟铜金矿点;23—扁扁山小型铜锌金矿床;24—龙头山银铅矿点;25—驼峰山小型铜金矿床;26—太平沟铜矿点;27—查干哈达银金矿化点;28—大磨铜矿点;29—胡家店小型铜银矿床;30—大莫古吐铁矿床;31—大乃林沟砷钴铂矿床;32—石匠山铅锌矿床;33—莫富里沟金银矿点;34—水泉沟铜矿点;35—乃林沟钼钼矿点;36—毛山东铜金矿点;37—油房银金矿床. 闹牛山、莲花山、布敦化、敖尔盖为铜矿床(伴生金). 长春岭、老道沟、好布高、白音诺为铅锌银矿床. 孟恩陶勒盖为铅锌银金矿床. 巴尔哲为稀土铌钽锆矿床. 敖瑙达坝为铜锡银矿床. 毛登、安乐为铜锡矿床. 巴林石为叶蜡石矿床. 大井为锡铜铅锌银矿床. 黄岗为铁锡矿床, 河城源、小东沟为钼矿床. 高家营子为铜铅锌矿床. 板块缝合带、重要断裂、蒙古元古代地层据任纪舜等(1999). 内蒙古元古代地层据内蒙古地矿局(1991). 线性、环形构造为作者据中国卫星遥感影象图(1991)解译. 矿床(点)为作者综合整理结果.

金矿成矿理论,以下几点值得关注[19]:区内可能产出挤压或走滑挤压环境大陆边缘增生地体、碰撞造山带中的造山带金矿、岛弧或弧后伸展环境中的斑岩型、浅成低温热液型、卡林型等金矿,本区大量夕卡岩型、热液脉型铁(有时伴有铜、锌)矿有可能产出伴生金矿化,形成铁氧化物－Cu－Au 矿床;在大兴安岭南段铜锡(钨)多金属成矿省内要注意伴生金矿化;成矿可能存在多个时代.

2　区域金矿化信息研究

2.1　地层、岩浆岩的含金性

新太古界双井剖面的金含量较高,为 5.39×10^{-9}[7]. 锡林浩特及巴林桥附近古老变质岩金含量总体变化于 $3.4\times10^{-9}\sim49\times10^{-9}$ 之间,平均为 12.75×10^{-9}. 巴林桥向西至下场之间的片麻岩局部含金、银、锡较高,金最高达 26×10^{-9};锡林浩特附近黑云母石英片岩最高金含量达 49×10^{-9},金、银、锡的含量较高,同时变化也较大,产于其中的褐铁矿化石英正长斑岩含金达 35×10^{-9}. 锡林浩特微板块可能以富集金银锡等为特征,成为后期岩浆活动及成矿作用的物质来源. 贺根山蛇绿岩的含金性很不均匀,一般为 $5.4\times10^{-9}\sim25\times10^{-9}$.局部已发现金矿化,可能是该区小坝梁金矿成矿的物质来源之一. 苏尼特左旗县城东南细粒闪长岩和角闪辉长岩的金含量也较高($3\times10^{-9}\sim5\times10^{-9}$). 李鹤年[20]认为早二叠世火山岩为本区铜多金属成矿提供了成矿物质. 区域铜锡多金属矿化均与燕山期火山－侵入杂岩有关.

2.2　重砂异常

研究区存在几个较小的自然金重砂异常(图 1),包括二连浩特东北铂、金套合异常、苏尼特左旗金异常、奥由特铜矿床西南金异常、巴林左旗 3 个金异常、老道沟西北金异常,此外锡林浩特东南等地还有一些金的重砂异常点、阿拉坦合力重晶石重砂异常伴生有金、辰砂等. 目前苏尼特左旗的两个自然金重砂异常区及外围已发现金矿,其他异常区至今还没有开展金矿勘查. 莫富里沟金矿点、后卜河金矿化点、海苏坝金矿化点、塔海金矿点等均具有找金指示意义.

2.3 化探异常

根据大兴安岭中段区域地球化学分带图[10]，幸福之路－陶海营子－科尔沁右翼中旗 Cu、Pb、Zn、Ag、Au、Mo、W、Ba、B 地球化学带的天山－陶海营子 Cu、Pb、Ag、Au、Mo、W、Cd、Sb 地球化学元素富集区、前进－科尔沁右翼中旗 Ag、Pb、Zn、Cu、Au、Cd、W、Sn、Mn 地球化学元素富集区沿嫩江深断裂的北西侧分布，它们均出现金的地球化学异常；乌兰哈达－哈德营子 Cu、Pb、Zn、Ag、Sn、W、Mo、Cd、Bi、As、Sb、Au、Mn 元素地球化学富集区中也有金异常出现．这些金异常是指导区内金矿找矿的重要标志．

2.4 铜多金属矿床的伴生金矿化

大兴安岭南段的金矿化相对集中分布于乌兰浩特－科尔沁右翼中旗、林西－天山－碧流台两个区域；西部金矿化似有沿锡林浩特杂岩及贺根山断裂分布的特点．已知金矿床有小坝梁小型铜金矿床、扁扁山小型铜锌金矿床、驼峰山小型铜金矿床、苏尼特左旗金矿床、骆驼场铜金矿点等 5 个(表 1)；已知孟恩陶勒盖锌银铅矿、布敦化铜矿、莲花山铜银矿、闹牛山铜银矿、敖尔盖铜矿、大井锡铜银铅锌矿伴生有金矿化．

本研究首次发现了大梁锑矿点、巴林石矿床、白音乌拉铜锌矿点、乌兰白旗铜锌矿点、上碧流台铜铁锌矿点、东山湾钼矿点、浩布高铅锌矿床等 7 个矿床(点)的金矿化，进一步证实了大乃林沟砷钴矿床、敖瑙达坝铜银矿床、得胜屯多金属矿床、姜家湾铜矿点、太平沟铜矿床、好来宝铜矿床等 6 个矿床(点)的含金性．

大梁锑矿点产于二叠系格根敖包组泥质钙质粉砂岩中，锑矿化呈石英辉锑矿细脉状产出，锑矿石的金最高品位为 0.51×10^{-6}．该矿点及外围具有找寻微细浸染型金矿的前景．

毛登锡铜矿床选锡后的尾砂含金高达 1.51×10^{-6}，同时含 Cu 2.54%、Ag 115×10^{-6}、Zn 1.13%，毛登矿床及外围的金矿化有待查明，选锡后的尾砂具有很高的利用价值．

巴林石矿床为著名的鸡血石矿床，主要矿物有叶腊石、明矾石、高岭石、石英、伊利石、地开石、红柱石，伴有汞矿化，局部锑矿化，锑矿化样品的金高达 0.7×10^{-6}，银 20.5×10^{-6}．这一发现指示了与火山热液有关的浅成低温热液硫酸盐型银金矿床的找矿前景．

白音乌拉北山铜锌矿点、上碧流台铜铁锌矿点离骆驼场金矿点较近，伴生有金银矿化，它们的金最高含量分别为 0.22×10^{-6}、0.87×10^{-6}；银最高含量分别为 738×10^{-6}、810×10^{-6}．

总之，本区存在大量金矿化信息及伴生金矿化，金矿化主要类型有：韧性剪切带中的石英脉型、蚀变岩型金矿，以苏尼特左旗金矿带为代表；产于幔源中基性侵入岩中的铜金矿，以骆驼场铜金矿点为代表；燕山期斑岩型铜金矿，以扁扁山铜锌金矿床为代表；与燕山期次火山岩浆活动有关的热液脉状铜矿床中的伴生金矿化，以毛登锡铜矿床、大井锡铜银铅锌矿床为代表：夕卡岩型(锡、铅)锌矿床中的伴生金矿化，以浩布高铅锌矿床为代表；铁氧化物铜金矿床，以上碧流台铜铁锌矿点的伴生金矿化为代表：微细浸染型金矿化，以大梁锑金矿化点为代表；浅成低温火山热液型金矿化，以巴林石金矿化点为代表．

3 典型金矿床特征

3.1 韧性剪切带中的石英脉型、蚀变岩型金矿——苏尼特左旗金矿带

苏尼特左旗金矿带地处华北板块北缘锡林浩特中间地块的西部楔形体内[21]，受 4 条韧性剪切带控制．金矿石类型包括石英(硫化物)脉型、破碎带蚀变岩型、糜棱岩型，金矿围岩包括奥陶纪—志留纪—泥盆纪英云闪长岩、中新元古界温都尔庙群绢云片岩、绿泥片岩、下二叠统大石寨组安山岩等．矿脉走向以 NEE—NE 向为主，还有 NW 向的矿体；含金石英脉中偶见方铅矿、孔雀石，有绢(白)云母化；明金常见于具蜂窝状流失孔的石英脉和糜棱岩中；矿区内闪长玢岩有微弱的金矿化 ($63\times10^{-9}\sim180\times10^{-9}$)．石英脉及其旁侧的糜棱岩是主要的找矿目标．成矿时代 236.45±0.53 Ma，与大规模韧性剪切作用主要活动期相近，成矿作用可能与韧性剪切作用有关[19,22]．

3.2 产于幔源中基性侵入岩中的铜金矿——骆驼场铜金矿点

骆驼场铜金矿点是大兴安岭南段唯一具有金高品位的金矿点，处于大兴安岭黄岗梁－甘珠尔庙成矿带．铜金矿体呈石英硫化物脉或蚀变破碎带产于印支期[23]骆驼场幔源辉长岩－闪长岩体内部．岩体主要岩性为闪长岩、辉长岩、辉石闪长岩及石英闪长岩、二长闪长岩．矿脉走向 NWW，向北陡倾，局部反倾，宽 0.1～1 m．矿石矿物有黄铜矿、镍黄铁矿、磁铁矿、斑铜矿、毒砂、白铁矿等，浅部矿体孔雀石化强烈，还有铜蓝．自然金与黄铜矿和石英伴生．脉石矿物主要有石英、方解石、长石、角闪石、绿泥石、绿帘石等．矿石元素组合为 Au、Ag、Cu、As、Fe、Ni 等，金最高品位达 32.4×10^{-6}，同时含铜 1.536%，含银 87×10^{-6}．

中基性岩可能提供了成矿物质．该矿床可能属于铁氧化物铜金矿床．

3.3 燕山期斑岩型铜金矿——扁扁山铜锌金矿床

扁扁山铜锌金矿位于嫩江深断裂带与西拉木伦深断裂带交汇处之北西侧．与成矿关系密切的英安斑岩为一沿 NWW 向侵位于大石寨组地层的小岩株，其侵位晚于上侏罗统白音高老组的火山喷发．5 条大致呈等间距分布的硅化金多金属矿化体产于 NEE—E－W 向硅化蚀变英安斑岩之破碎带中．矿体呈透镜状或脉状，剖面中矿体分别向南北两侧倾斜，倾角 60～80°，与布敦化铜矿金鸡岭矿段的矿体分布十分类似，具有斑岩型铜矿的特征．

围岩蚀变强烈并具有明显的分带现象，中心以硅化为主，向外为(黄铁)绢英岩化－绢云母化－青盘岩化，与斑岩型铜矿类似．矿石主要金属矿物有闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、方铅矿、自然金、自然银、银金矿、锑硫铜银矿等．脉石矿物以石英为主，其次为绢云母、绿泥石、重晶石、萤石和菱铁矿等．矿石有用组分 Cu、Au、Ag、Zn、Pb 的含量变化大，一般 Cu 0.2%～1%，Au $1\times10^{-6}\sim5\times10^{-6}$，Ag $40\times10^{-6}\sim200\times10^{-6}$，Zn 3%～5%，Pb 2%～3%．

3.4 与燕山期次火山岩浆活动有关的铜矿床中的伴生金矿化——以大井矿床为例

大井银锡铜铅锌矿床位于大兴安岭 NEE 向构造岩浆带南

表 1　研究区主要多金属矿床及金矿床特征

Table 1　Characteristics of major gold and base metal deposits in the studied area

矿床	矿脉方向	成矿岩体	成矿时代及资料来源	主要金属矿物	伴生有益组分
闹牛山铜银矿	320～340°的大脉－细脉－网脉	闪长玢岩	161.84 Ma, Rb－Sr 法（盛继福等，1999）	Cp, Py, Pyr, Asp, Sph, Gn, Mo, Mac	Pb, Zn, Ag, Au, Bi, Co, Mo
莲花山铜银矿	300～330°脉带	闪长玢岩、斜长花岗斑岩、花岗闪长斑岩	161.84 Ma, U－Pb 法（段国正和李鹤年，1993）	Mt, Asp, Py, Cp, Pyr, Sph, Gn 等	Zn, Ag, Cd, Pb, 局部伴有较高的 Sn, Co
布敦化铜矿	浸染状、网脉浸染状、脉状矿化	斜长花岗斑岩	166±2 Ma, Rb－Sr 法（盛继福等，1999）	C, Pyr, Asp, Sph, Gn, 斜方砷铁矿, Py	Ag, Au, In, As, Bi
孟恩陶勒盖锌银铅矿	E－W 向、NEE 向复脉型	黑云斜长花岗岩	127.9～145 Ma, K－Ar 法（赵一鸣等，1994）	Gn, Sph, Py, 深红银矿、黑硫银锡矿、银黝铜矿, Au	Au, Sn
巴尔哲铌钇铍矿床		晶洞状碱性（钠长石化）花岗岩	127 Ma, Rb－Sr 法（张敏，1986）	羟硅铍钇矿、铌铁矿、烧绿石、独居石、锆石	Ta, Zr, Ce, Th 等
敖瑙达坝银锡矿	NE 向细脉带状、透镜状	石英正长斑岩、花岗闪长斑岩、花岗斑岩	148.43 Ma, Rb－Sr 法（张德全等，1993）	Pyr, Asp, 斜方砷铁矿, Py, Cp, Cas, Sph	Cu
白音诺铅锌矿	NE 向	石英闪长岩，花岗闪长斑岩、石英正长斑岩	花岗闪长斑岩 171 Ma, Rb-Sr 法（张德全等，1993）；蚀变含矿花岗闪长斑岩 118～76 Ma, K－Ar 法（赵一鸣等，1994）；石英正长斑岩 148 Ma, U－Pb 法（张德全等，1993）	Sph, Gn, Cp, Pyr, Py, Asp	Ag, Cd, S, Au
浩布高铅锌矿	NE 向	闪长玢岩	含锡花岗岩体 131.2 Ma, Rb－Sr 法（张德全等，1993）；与锡石伴生的角闪石 111 Ma, K－Ar 法，蚀变含锡花岗岩 90 Ma, K－Ar 法（赵一鸣等，1994）	Sph, Gn, Cp, Py, Asp, Cas	Ag, Cu, Cd, Sn
东山湾锡矿	320～340°	正长斑岩	含锡花岗岩 134.7 Ma, Rb－Sr 法（赵一鸣等，1994）	Cas, Mo, Py, Asp, Gn, Sph	W, Mo
骆驼场铜金矿	290～300°	辉长岩	299±2.5 Ma, Rb－Sr 法（徐永生，1986）	Bn, Cp, Mac, Mt	Ag, Ni
敖尔盖铜矿	20°, 350°	闪长岩脉	有关花岗岩及安山岩 139～159 Ma, K－Ar 法（赵一鸣等，1994）	Cp	Ag, Au
大井锡铜银铅锌矿	280～295°, 310～340°	玄武玢岩、安山玢岩、英安玢岩、霏细玢岩	169～120 Ma, K－Ar 法（赵一鸣等，1997）；蚀变英安斑岩 132.8 Ma, K－Ar 法，蚀变绢云母 138.3 Ma, Ar－Ar 法（艾永富等，1996）	Cas, Cp, Sph, Gn, Py, Asp, 银黝铜矿	Au, Co, Cd, In
黄岗铁锡矿	NE 向	正长花岗岩	142.05 Ma, Rb－Sr 法（沈逸民、李鹤年等，1984）；130±3Ma（岛崎，2001）	Mt, Mo, Cas, Py, Cp, Sph	Zn（苏木沟）
吉林宝力格银矿	NE、E－W、NW 向	石英二长斑岩		Cp, Py, Gn	Au, Pb, Cu
奥由特铜矿	310～330°复脉型			Py, Cp	Ag, Zn
小坝梁铜金矿	近 E－W 向透镜状	辉绿岩	242±18 Ma, Rb－Sr 法（赵一鸣等，1994）	Cp, Py, Bn, Chc, Mac, Sph, Gn, Au	Ag

续表 1

矿床	矿脉方向	成矿岩体	成矿时代及资料来源	主要金属矿物	伴生有益组分
苏尼特左旗金矿	近 E-W 向、NW 向、NE 向		两件含矿石英脉中的绢云母的 $^{39}Ar-^{40}Ar$ 年龄分别为 236 Ma、337 Ma(赵利青,2003)	Au, Py, Gn	
毛登锡铜矿	NW-NNW	花岗斑岩	149 Ma, K-Ar 法(赵一鸣等,1997)	Cas, Cp, Py, Sph, Mo, Gn, Asp	Zn, Mo, Pb, Ag, Bi, Au, W
好来宝铜矿		花岗闪长斑岩	125~113 Ma, K-Ar 法(张德全等,1993)	Cp, Mo	Mo, Au
驼峰山铜金矿	NE 向	石英斑岩		Cu, Au, Cp, Py, Tetr, Chc, Sph, Gn	S, Ag, Co
龙头山银矿				Gn	Au, Pb
扁扁山铜锌金矿	NEE 向	英安斑岩	109.2 Ma, K-Ar 法(杨志达,1995)	Cp, Sph, Gn, Py	Pb, Ag
太平沟铜矿	NE、NW、少量 E-W	花岗斑岩、长石斑岩		Cp, Py	Au

Mac—白铁矿;Chc—辉铜矿;Bn—斑铜矿;Cas—锡石;Mo—辉钼矿;Tetr—黝铜矿;Pyr—磁黄铁矿

段上二叠统林西组淡水湖泊相粉砂岩、细砂岩夹中粒杂砂岩及泥灰岩、页岩中[124]. 矿区脉岩发育,有的脉岩早于矿脉而成为矿脉的围岩或被矿脉切穿,也有少量脉岩晚于矿脉而切割矿脉. 矿体主要受 280~290°和 310~340°方向断裂控制,总体呈网脉或复脉(少数单脉),矿脉成群产出、沿走向和倾向均有分支复合及追踪发育的特点. 矿石主要矿物有黄铜矿、锡石、闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、毒砂、铜和银的硫(砷)化物、石英、菱铁矿、萤石等.

大井矿床伴生 Au 矿化局部较好,似与黄铁矿化、毒砂矿化有关,金含量大于 100×10^{-6} 的样品的铜含量多大于 0.2%[119,251],但总体上金与铜呈负相关,精铜矿的金含量不高. 有的铜矿石、铜锌矿石、锌矿石金含量较高,有的则较低,也有的样品金矿化较好,但铜锌矿化较差. 大部分金含量高的样品银含量也较高,反之则不然. 金最高含量为 1.2×10^{-6},同时含铜 1.04%,该样品为石英黄铁矿脉. 4 件浮选铜矿后的尾砂(主要由毒砂、黄铁矿等组成)的含金量较高,平均达 0.64×10^{-6},同时平均含铜 0.27%,有潜在的经济价值. 独立的黄铁矿(毒砂)脉中的金、银矿资源应予评价. 大井矿床是次火山热液充填型锡铜多金属矿床.

4 二连浩特-乌兰浩特地区金矿成矿特征讨论

4.1 矿石矿物的含金性

从几个主要矿床矿石矿物的金、银化学定量分析结果[111]可以看出:单矿物中金最高含量出现在马鞍山的黄铁矿中(7.4×10^{-6}),其次为莲花山铜矿床的黄铜矿(4.6×10^{-6}),孟恩陶勒盖银铅锌矿床的黄铁矿、方铅矿、浩布高锡铅锌矿床的方铅矿也较高,即金主要富集于黄铁矿、黄铜矿、方铅矿中,而银则富集于黄铜矿、方铅矿、有时闪锌矿中,因此区域上黄铁矿化强的地方都应评价金、银. 大井矿床的工作结果表明以黄铁矿为主的矿脉可以有银的工业矿化及金矿化[126].

4.2 成矿物质来源

前人对研究区多金属矿床做过大量硫、铅同位素研究[7,8,10]. 本次研究测试了部分金矿床及多金属矿床的硫铅同位素(表 2),可以看出硫同位素与前人基本一致,显示深源岩浆硫的特征,铅同位素特征可能反映含金多金属矿质来源的复杂性.

扁扁山铜锌金矿铅同位素以很低的 ^{206}Pb 和变化幅度很大的 ^{207}Pb、^{208}Pb 而有别于其他矿床,可能反映不同来源的铅及样品的 U、Th 含量变化较大. 小坝梁铜金矿、孟恩陶勒盖铅锌银(金)矿、布敦化含金铜矿、大乃林沟砷钴矿具有比较明显的地幔铅来源特征,指示与各自有关的中基性岩有密切关系. 毛登含金铜锡矿、奥瑙达坝含金铜锡银矿具有造山带铅的特点. 苏尼特左旗金矿则显示造山带及上地壳铅的特点. 莲花山含金铜银矿的铅来源较复杂,可能既有地幔来源、又有地壳来源. 大井含金铜银锡铅锌矿床则大致分为地幔和造山带两种来源.

爆裂温度代表成矿温度的上限,从表 2 可以看出,爆裂温度变化于 206~368℃之间,即成矿以中低温为主. 爆裂频数反映包裹体的数量,扁扁山铜锌金矿金属矿物的爆裂频数较高,苏尼特左旗金矿金属矿物的爆裂频数较低,可能指示扁扁山铜锌金矿成矿深度较浅,苏尼特左旗金矿成矿深度较深.

4.3 成矿时代

大兴安岭南段多金属、稀有金属矿床均形成于燕山期,并可分为 180~160 Ma、150~130 Ma 和 127~90 Ma 三个相对集中成矿期[126]. 已有的金矿成矿年龄数据(表 1)表明,研究区金矿成矿时代可分为 242~229 Ma(小坝梁、苏尼特左旗)、169~161.8 Ma(闹牛山、莲花山、布敦化)、132~159 Ma(可能以 130~140

表 2　一些矿床矿石矿物的硫、铅同位素及爆裂温度

Table 2　Sulfur and lead isotopes and decrepitation temperature of some deposits

矿床(点)	样品号	矿石特征	矿物	$\delta^{34}S/‰$	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	爆裂温度/℃	爆裂频数
苏尼特左旗金矿	982010	石英黄铁矿脉	黄铁矿	-2.3	18.3332	15.6639	38.2896	275, 360	98
	982101 - 3			-2.4	18.2785	15.5110	38.0300	236, 292	101
	982110	石英方铅矿,局部见明金	方铅矿	5.4	18.4751	15.6323	38.1763	275, 348	119
大梁锑金矿	990203	原生锑矿	辉锑矿	2.9					
黄岗铁矿	990808 - 1	2 号矿体立方体 5 ~ 3mm	黄铁矿	-3.4	18.3284	15.6082	38.3681	212, 287	713
苏木沟铁矿	990814 - 1	含自形晶毒砂矿石	毒砂	5.4					
	990814 - 2	黄铜矿矿石	黄铜矿	-2.2				232, 299, 338	50
	990814 - 3	闪锌矿矿石	闪锌矿	1.5				287, 368	108
大乃林沟毒砂矿	990816 - 1	块状毒砂矿石	毒砂	6.2	18.2785	15.5110	38.0300		
扁扁山铜锌金矿	ZL971607	方铅矿样, 有石英、黄铁矿	方铅矿	0.7	17.8123	15.6623	38.1763	292	144
	ZL971608	褐色闪锌矿	闪锌矿	0.1	17.4076	14.9454	37.0631	245, 350	239
	ZL971609	黄铜矿	黄铜矿	-3.1	17.9675	15.8946	38.8974	206, 250, 294	517
	ZL971611	石英黄铜矿脉		-0.9	17.6675	15.5116	37.6873	208, 299, 335	356

硫同位素、铅同位素、爆裂温度分别由中国科学院地质与地球物理研究所霍卫国、许荣华、王英兰测试.

Ma 为主,敖尔盖、大井、毛登等)、127 ~ 109.2 Ma(孟恩陶勒盖、好来宝、扁扁山、驼峰山、太平沟等)4 个区间. 乌兰浩特地区的铜矿伴生金矿化多为 160 ~ 170 Ma,林西 - 天山以 130 ~ 109 Ma 为主,二者分别对应于根据磁异常推断的乌兰浩特、大板岩浆柱[26].

苏尼特左旗、小坝梁等西部地区为晚华力西—早印支期成矿. 根据苏尼特左旗金矿已有泥盆纪 337 Ma 的年龄[22]、蒙古 Tsagaan Auvarga 含金铜钼矿的成矿年龄为 364 Ma[27],区域上可能存在早华力西期的金矿成矿. 奥由特铜矿产于侏罗系火山沉积岩中,说明西部还有燕山期的成矿. 西部金矿成矿可能是多期的.

5　结论

研究区内存在金、锡等丰度较高的锡林浩特元古宙杂岩、古生代蛇绿岩及板块缝合带、二叠系火山岩、中生代伸展构造背景下的大规模火山 - 侵入活动及锡多金属成矿作用. 区内金矿化类型主要有:韧性剪切带中的石英脉型、蚀变岩型金矿;产于幔源中基性侵入岩中的铜金矿;燕山晚期斑岩型铜金矿;与燕山期次火山岩浆活动有关的脉状铜矿床中的伴生金矿化;微细浸染型金矿化;浅成低温热液型金矿化;夕卡岩型(锡、铅)锌矿床中的伴生金矿化;铁氧化物铜金矿床等. 研究区东部大兴安岭南段的金矿化分布在黄岗 - 乌兰浩特断裂以东,相对集中于乌兰浩特 - 科尔沁右翼中旗、林西 - 天山 - 碧流台两个区域;研究区西部发现的金矿化似有沿锡林浩特杂岩及贺根山断裂分布的特点. 研究区金矿成矿时代可分为 242 ~ 229 Ma、169 ~ 161.8 Ma、132 ~ 159 Ma(可能以 130 ~ 140 Ma 为主)、127 ~ 109.2 Ma 四个区间,认识到存在印支期成矿、燕山期多阶段成矿等特点对于区内金矿勘查有重要意义,西部地区可能还存在华力西期金矿化. 成矿物质具有多源的特点. 首次发现了大梁锑矿点、巴林石矿床、白音乌拉铜锌矿点、乌兰白旗铜锌矿点、上碧流台铜铁锌矿点、东山湾钼矿点、浩布高铅锌矿床等 7 个矿床(点)的金矿化. 指出毛登、大井、敖尔盖等矿床的伴生金矿化具有重要的潜在工业意义. 所提出的浅成低温热液型、微细浸染型金矿化丰富了本区的成矿类型,具有重要的理论和找矿意义.

参考文献:

[1]任纪舜,王作勋,陈炳蔚,等. 从全球看中国大地构造——中国及邻区大地构造图及简要说明[M]. 北京:地质出版社,1999.

[2]曹从周,杨芳林,田昌烈,等. 内蒙古贺根山地区蛇绿岩及其与中朝板块和西伯利亚板块之间的缝合带位置[A]. 见:唐克东,编. 中国北方板块构造论文集[C],第 1 集. 北京:地质出版社,1983.64—86.

[3]何国琦,邵济安. 内蒙古东南部(昭盟)西拉沐伦一带早古生代蛇绿岩建造的确认及其大地构造意义[A]. 见:唐克东,编. 中国北方板块构造论文集[C],第 1 集. 北京:地质出版社,1983.243—250.

[4]曹生儒. 对内蒙古古板块构造轮廓的新认识[J]. 中国区域地质,1993,(3):211—215.

[5]邵济安. 中朝板块北缘中段地壳演化[M]. 北京:北京大学出版社,1991.

[6]王荃. 内蒙古中部中朝与西伯利亚古板块间缝合线的确定[J]. 地质学报,1986,(1):31—43.

[7]赵一鸣,王大畏,张德全,等. 内蒙古东南部铜多金属成矿地质条件及找矿模式[M]. 北京:地震出版社,1994.135.

[8]李鹤年,段国正,郝立波,等. 中国大兴安岭银矿床[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1994.
[9]赵一鸣,张德全,等. 大兴安岭及其邻区铜多金属矿床成矿规律与远景评价[M]. 北京:地震出版社,1997.
[10]盛继福,傅先政,等. 大兴安岭中段成矿环境与铜多金属矿床地质特征[M]北京:地震出版社,1999.
[11]徐备,陈斌,张臣,等. 中朝板块北缘乌华敖包地块 Sm - Nd 同位素等时线年龄及其意义[J]地质科学,1994,29(2):168—172.
[12]徐备,陈斌,张臣,等. 华北板块北缘中段含铁变质岩系的时代和构造环境初探[J]. 地质论评,1994,40(4):307—311.
[13]肖荣阁, 隋德才, 罗照华,等. 内蒙古北部早元古代变质岩系的发现及其岩石学研究[J]. 现代地质,1995,9(2):142—148.
[14]黄汲清,任纪舜,姜春发,等. 中国大地构造及其演化[M]. 北京:科学出版社,1991.
[15]李述靖,高德臻. 内蒙古苏尼特左旗地区若干地质构造新发现及其构造属性的初步探讨进展[J]. 现代地质,1995,9(2):130—141.
[16]内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1991.
[17]王友,樊志勇,方曙,等. 西拉沐伦河北岸新发现地质资料及其构造意义[J]. 内蒙古地质,1999,(1):6—28.
[18]张臣,吴泰然. 内蒙古苏左旗南部早古生代蛇绿混杂岩特征及其构造意义[J]. 地质科学,1999,34(3):381—389.
[19]赵利青.[中国科学院地质与地球物理研究所博士后研究报告]内蒙古东部乌兰浩特 - 二连浩特地区金矿化特征及金矿勘查方向研究(上篇),内蒙古东部大井锡多金属矿床矿化元素分布特征及对成矿作用的指示(下篇)[D]. 北京:中国科学院地质与地球物理研究所,2001.
[20]李鹤年. 大兴安岭中南部二叠纪地层地球化学特征及其成矿意义[A]. 见:张德全,赵一鸣,编. 大兴安岭及邻区铜多金属矿床论文集[C]. 北京:地震出版社,1993. 79—86.
[21]李述靖,张维杰,耿明山,等. 蒙古弧形地质构造特征及形成演化概论[M]. 北京:地质出版社,1998. 112,104,111.
[22]赵利青,孙世华,肖成东,等. 内蒙古苏尼特左旗地区发现三叠纪金矿化[J]. 黄金地质,2003,9(4):1—7.
[23]徐永生. 昭盟地区骆驼场印支期杂岩体[J]. 科学通报,1985,19:1564—1566.
[24]QIN Gong-jiong, Yosuke K, ZHAO Li-qing, et al. The Upper Permian sedimentary facies and its role in the Dajing Cu-Sn deposit, Linxi County, Inner Mongolia, China[J]. Resource Geology, 2001, 51(4): 293—305.
[25]赵利青,覃功炯,孙世华,等. 内蒙古大井锡多金属矿床伴生金矿化特征及矿床成因[J]. 黄金地质,2002,8(3):7—13.
[26]王京彬,王玉往,王莉绢. 大兴安岭中南段铜矿成矿背景及找矿潜力[J]. 地质与勘探,2000,36(5):1—4.
[27]Lamb M A, Cox D. New $^{40}Ar/^{39}Ar$ age and implications for porphyry copper deposits of Mongolia[J]. Economic Geology, 1998, 93: 524—529.

CHARACTERISTICS OF GOLD MINERALIZATION IN THE ERENHOT-ULANHOT REGION, EASTERN INNER MONGOLIA, CHINA

ZHAO Li-qing[1, 2], SUN Shi-hua[2], XIAO Cheng-dong[3], LEI Shi-bin[4], MAO Qian[2], FANG Cong-yi[1]

(1. *Gold Geological Institute, Langfang* 065000, *China*; 2. *Research Center for Mineral Exploration, Institute of Geology and Geophysics, CAS, Beijing* 100029, *China*; 3. *Tianjin Bureau of Geological Exploration, Tianjin* 300181, *China*; 4. *Gold Administration of China, Beijing* 100102, *China*)

Abstract: The studied area belongs to the Middle Paleozoic orogenic belt containing old block and reformed during Mesozoic era. Xilinhot Proterozoic complex with high Au and Sn content occurs in the region, also with Paleozoic ophiolites, suture belts, Permian volcanic rocks and large scale of Mesozoic magmatic activity and related polymetal mineralization. The types of gold mineralization are as follows: quartz-vein type and alteration rock type in shear zones; basic and ultrabasic intrusive rock hosted (high temperature) hydrothermal Fe-Cu-Au deposit; Yanshanian sub-volcanic rock hosted Cu-Zn-Au deposit and gold mineralization associated with copper deposits, which are related to sub-volcanic activity. In addition, sediment-hosted Au-Sb mineralization and epithermal gold mineralization are also discovered and should be paid great attention to for exploration. Metallogenic ages include four intervals: 242 - 229 Ma, 169 - 161.8 Ma, 132 - 159 Ma (mainly 130 - 140 Ma) and 127 - 109.2 Ma.

Key words: Daxinganling; Inner Mongolia; types of gold mineralization; metallogenic age; accompanied gold mineralization

作者简介:赵利青(1965—),男,山西省兴县人,博士,高级工程师,1989 年长春地质学院硕士毕业,1997 年北京大学博士毕业,1999—2001 年在中国科学院地质与地球物理研究所做博士后研究,长期从事金属矿床地质及综合成矿预测研究,通讯地址 河北廊坊武警黄金地质研究所,邮政编码 065000,E-mail//zhaoliqing65@ yahoo. com. cn