大兴安岭北部上黑龙江拗陷区金铜矿床类型及地质特征*

Types and Geological Characteristics of Gold-Copper Deposits in Upper Heilongjiang Depression, North Daxinganling

武 广[1,2] 朱 群[1] 赵财胜[2]

（1 沈阳地质矿产研究所，辽宁 沈阳 110033；2 吉林大学地球科学学院，吉林 长春 130026）

Wu Guang[1,2]，Zhu Qun[1]，Zhao Caisheng[2]

(1 Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources，Shenyang 110033, Liaoning, China；2 College of Earth Sciences，Jilin University，Changchun 130026, Jilin, China)

摘 要 上黑龙江拗陷是得尔布干成矿带的重要组成部分，近年来的科研和矿产勘查表明，该区是重要的金、铜成矿远景区。金铜矿床可以划分出 3 种矿床类型和 7 个矿床式。金矿床类型有蚀变岩型和浅成低温（火山）热液型，铜矿床为斑岩型。其中，以中侏罗统碎屑岩为容矿岩的蚀变岩型金矿在大兴安岭乃至东北地区为首次发现，具有巨大的找矿前景。本区金、铜矿床成矿时代为晚侏罗世—早白垩世。稳定同位素研究表明，成矿热液以岩浆水和大气降水的混合水为特征，中生代火山-侵入岩浆活动是成矿热源并提供部分成矿物质。

关键词 金铜矿 矿床类型 地质特征 上黑龙江拗陷

上黑龙江拗陷位于大兴安岭北部，是额尔古纳地块北部边缘中生代拗陷盆地，总体呈近 EW 向展布，东西延长约 250 km，南北宽约 60 km，面积约 15000 km^2。该拗陷南缘受控于西林吉－塔河断裂，东侧受得尔布干断裂带控制。拗陷区主体由下－中侏罗统陆相碎屑岩组成，局部出露前中生代基底。晚侏罗世—早白垩世，大兴安岭火山岩带超覆其上，发生陆相火山喷发并广泛发育同时期的浅成－超浅成岩浆活动。上黑龙江拗陷是我国重要的砂金产区，区内砂金资源十分丰富，采金历史悠久。90 年代以来，相继发现了砂宝斯大型岩金矿床、老沟中型岩金矿床和二根河小型岩金矿床等众多岩金矿床、矿点，使本区岩金找矿工作有了突破性进展（权恒等，1998）；在上黑龙江拗陷西部洛古河－三十二站一带前中生代基底隆起区又发现了斑岩型铜多金属矿化的重要找矿线索，表明该区是岩金和铜矿的重要成矿远景区。

1 成矿地质背景

上黑龙江拗陷属中生代蒙古－鄂霍茨克海南缘大陆边缘拗陷，是一个奠基于兴凯褶皱带基底之上的燕山期冒地槽。其构造演化经历了古元古代变质基底形成阶段；古生代盖层形成阶段；中生代陆相盆地沉积阶段及晚侏罗—早白垩世大兴安岭中生代构造-岩浆活动阶段。同时，这里也是环太平洋和中亚－兴蒙两大成矿带的交汇区，成矿地质条件十分优越。

1.1 地层

上黑龙江拗陷主要为一套下侏罗统—中侏罗统陆缘湖、沼相碎屑岩沉积建造，拗陷区局部出露前中生

* 本文为国家地质调查项目（编号：19991020043003）和国家地质调查项目（编号：2001102000018）的成果

第一作者简介 武广，男，1965 年生，博士研究生，副研究员，主要从事大兴安岭地区有色、贵金属矿产资源调查研究。

代基底隆起，主要为古元古代兴华渡口群变质岩系和早寒武世额尔古纳河组大理岩。根据地质演化史，区内可以划分出下元古界、古生界和中生界 3 套地层构造单元。

古元古代兴华渡口群片岩、片麻岩、斜长角闪岩、变粒岩、混合岩、大理岩组成了上黑龙江拗陷的前寒武纪结晶基底；早寒武世额尔古纳河组大理岩、早泥盆世泥鳅河组灰岩为额尔古纳地块的盖层沉积，同时也构成了上黑龙江拗陷的古生代沉积-变质基底；中生代沉积地层主要由下侏罗统—中侏罗统绣峰组，中侏罗统二十二站组和漠河组陆相砾岩、砂岩、粉砂岩组成，构成了上黑龙江拗陷的主体盖层；中生代火山岩形成于晚侏罗世—早白垩世，为一套中酸性为主的火山熔岩、火山碎屑岩，从下至上划分为：塔木兰沟组（J_3t）、白音高老组（J_3b）、龙江组（K_1l）、九峰山组（K_1j）、光华组（K_1gh）、甘河组（K_1g）。

1.2 侵入岩

上黑龙江拗陷内侵入岩不甚发育，包括晚侏罗世侵入的中燕山早期和早白垩世侵入的中燕山晚期花岗岩类。中燕山早期侵入岩主要分布于洛古河－北极村一带，呈大的岩基出露，岩性以二长花岗岩为主，局部有闪长岩、花岗闪长岩、黑云母花岗岩、中细粒花岗岩、中粗粒花岗岩，与“洛古河式”斑岩型铜多金属矿化关系密切；中燕山晚期花岗岩分布于额木尔河上游 1047 高地、二十二站及二十一站等地，均以岩株、岩枝状产出，岩性以花岗闪长岩、花岗闪长斑岩为主，与“二十一站式”斑岩型铜、金矿密切相关。

1.3 地质构造

上黑龙江拗陷西南界为西林吉-塔河壳断裂，东南界为得尔布干岩石圈断裂。拗陷内褶皱构造不发育，而主要表现为线形断裂构造和环状构造。断裂构造主要为近 EW 向和 NEN 向；环状构造包括火山机构和侵入穹隆构造。

（1）老沟－二根河－双合站逆冲推覆构造。该逆冲-推覆构造带西起洛古河，经漠河、北红、马伦、东达西尔根气河，沿黑龙江右岸的整个上黑龙江地区分布，推覆构造的南界在门都里、鲜花山、龙河林场、二十五站一线，全长大于 220 km，宽约 35 km，如果包括前陆褶皱带，可宽达 70 km，该逆冲-推覆构造带总体呈近 EW 向展布，其推覆作用方向自北向南，推覆作用发生的时间推测为中侏罗世末期，在中生代碎屑岩中形成多条韧性－韧脆性变形带，并造成泥盆系结晶灰岩、泥灰岩呈飞来峰形式覆盖在中生代碎屑岩之上。

（2）交鲁山－东天断裂带。总体走向 30°，长约 78 km，主要由 6 条断裂组成，自西向东为：劲涛－龙河林场断裂，阿尔巴音河断裂，海亚鲁山－东天断裂，老七号房－聂河上游断裂，二根河断裂，盘古河上游断裂，其主要活动时期为晚侏罗—早白垩世。

（3）火山机构。分布于交鲁山－东天火山岩带内，主要的火山机构有页索库火山机构、马大尔火山机构和奥拉齐火山机构，这些火山机构与浅成低温（火山）热液型金矿关系密切。

（4）侵入穹隆构造。总体上受近 EW 向断裂控制，主要的穹隆构造有砂宝斯、门都里、二根河等多处穹隆构造，这些穹隆构造与蚀变岩型金矿关系密切。

2 金铜矿床主要类型

根据上黑龙江拗陷区已发现的矿床、矿点成矿特征，将区内矿床类型划分为 3 种类型，7 个矿床“式”（表 1）。

2.1 金矿类型

本区金矿有蚀变岩型和浅成低温（火山）热液型 2 种类型，可以进一步划分出 5 个矿床式。

（1）蚀变岩型金矿。是指以中生代砂岩为容矿岩的中－低温热液金矿床，该类型金矿床是二十世纪 90 年代初期在上黑龙江中生代陆相沉积盆地内发现的，主要特征如下：① 金矿受地层控制，主要产于中侏罗统二十二站组中－细粒长石砂岩中；② 金矿与构造关系密切，ENE 向逆冲断层控制了矿带的展布，而矿体多赋存于侵入穹隆构造派生的次级张性断裂-裂隙带中；③ 矿体中的黄铁矿化不强，黄铁矿以细粒（一般小于 0.5 mm）稀疏浸染状散布于蚀变砂岩中，反映贫硫特征；④ 围岩蚀变主要为硅化、绢云母化、

高岭土化，但蚀变强度不大，表现出低硅特征；⑤ 在矿体及其附近，辉锑矿、锑华、辰砂、毒砂等金属矿物十分发育；⑥ 矿化地段热液炭质（脉及团块）十分发育；⑦ 早白垩世上库力期中酸性浅成侵入岩及次火山岩是成矿热源，主成矿时代为早白垩世；⑧ 通过气-液包裹体均一温度测定，众值温度范围为 200～250℃，表现出中、低温热液成矿的特点，成矿流体以天水为主；⑨ 该类型矿床一般规模较大，但品位偏低，一般低于 6×10^{-6}（武广等，2000）。

表 **1**　上黑龙江拗陷区金、铜矿床类型

矿 种	矿床类型	矿床式	代表矿床	成 矿 特 征	构造背景
金	蚀变岩型	砂宝斯式	砂宝斯、老沟	产于二十二站组细网脉状硅化砂岩中	盆地内碎屑岩沉积区
		二根河式	二根河	产于二十二站组强硅化脉中	
		二根河式	二根河	产于二十二站组强硅化脉中	
	浅成低温热液型	奥拉齐式	奥拉齐	产于下白垩统上库力组流纹英安岩中	盆地内火山断陷带
		马大尔式	马大尔	产于上侏罗统塔木兰沟组粗面玄武岩、玄武质粗安岩质隐爆角砾岩中	
铜	斑岩型	二十一站式	二十一站	产于燕山期花岗斑岩体内	盆地内基底隆起区
		洛古河式	洛古河	产于燕山期闪长岩、石英二长斑岩及与大理岩接触带中	

蚀变岩型金矿除容矿岩的时代和岩性不同于美国卡林型金矿外，其它特征均可类比（权恒等，1998），与我国西南滇黔桂金三角地区赋存于沉积碎屑岩中的微细浸染型金矿特征（国家辉，2000）对比，两者在许多方面十分相似。该类型金矿床可进一步划分为 3 个矿床式：① 细脉－网脉状硅化为主的“砂宝斯式”金矿床；② 强硅化脉状为主的“二根河式”金矿床；③ 产于辉绿岩脉中的“砂宝斯林场式”金矿床。

（2）浅成低温（火山）热液型金矿床。该类型矿床分布于上黑龙江盆地内的 NEN 向东天山－交鲁山火山岩带中，其产出的地质环境为上侏罗统塔木兰沟组中基性火山岩和下白垩统上库力组酸性火山岩盆地。①“奥拉齐式”金矿床。是指赋存于下白垩统上库力组（光华组）流纹英安岩中的黄铁矿化、硅化热液角砾岩型金矿床。硅化带分布于 NWN 向主断裂带内及其两侧，以多期微细网脉状、不规则团块状、脉状及网脉状硅化为主，表现为玉髓状石英化、玉髓化、蛋白石化、浸染状黄铁矿化。泥化带分布于硅化带两侧，主要为高岭土化、绢云母化，矿物组合为高岭土＋绢云母＋蒙脱石＋石英＋黄铁矿。金矿化明显与 NWN 向断裂及其派生的 NEN 向次级断裂控制的硅化角砾岩带及次火山岩体有关，反映了浅部低温硅化-明矾石化（？）氧化条件下的金矿化特征，对该矿床深部强硅化-黄铁矿化带的探索是十分必要的；②“马大尔式”金矿床。是指产于上侏罗统塔木兰沟组玄武安山岩、玄武质熔岩中的金矿床，矿床严格受 NEN 向塔木兰沟期裂隙式火山机构控制。与金矿化关系密切的热液蚀变为硅化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化、似碧玉化、沸石化，主要矿化为褐铁矿化、弱黄铁矿化、白铁矿化、黄铜矿化、软锰矿化，矿石中可见毒砂、辰砂等矿物。

2.2　铜矿类型

本区铜矿为斑岩型，根据侵入岩类型和围岩性质可以划分出 2 个矿床式。

（1）“二十一站式”斑岩型铜、金矿床。指处于上黑龙江盆地樟松顶—二十一站复背斜内，矿体赋存于燕山期花岗斑岩体内的斑岩型铜金矿床。该复背斜不仅控制了二十一站、马林等矿床的分布，还控制了二十一站和马林西等复合岩体的分布，是得尔布干断裂带北部一个 EW 向铜、金多金属成矿带。二十一站铜金矿体及矿化体呈 NW 向展布，基本上平行排列，构成矿带，不同矿化体间空间分布也有一定规律，以铜矿体为中心，向外依次为铜矿化体→金、铅锌矿化体→金矿化体。其中与成矿有关的蚀变组合大体有两种，一种为硅化-钾长石化组合，大范围发育于花岗闪长斑岩体之中，与铜矿化密切相关，呈脉状和细脉浸染状产出；另一种组合为硅化、绢云母化、黄铁矿化、冰长石化，有时叠加碳酸盐化，主要沿构造带发育，与金矿化关系密切。在铜矿带周围存在着金矿化这种分布特点，是二十一站斑岩型铜、金矿床的显著特点之一。

（2）“洛古河式”斑岩型铜多金属矿床。指处于上黑龙江盆地内的基底隆起地带的古元古代兴华渡口

群变粒岩、浅粒岩、二云母片岩、片麻状花岗岩和早寒武世大理岩分布区，矿体赋存于中生代闪长岩、石英二长斑岩与早寒武世额尔古纳河组大理岩的内、外接触带中的与夕卡岩有关的斑岩型铜、铅锌、银矿床。在闪长岩、二长斑岩体内部为斑岩型细脉浸染状铜矿化，伴生低品位铅锌、银矿化；在闪长岩体与大理岩接触带为夕卡岩型高品位脉状铅锌、银矿化，伴生低品位铜矿化。矿化蚀变具分带性，内接触带主要为绢英岩化，外接触带主要为夕卡岩化、碳酸盐化，内、外接触带外围围岩蚀变为青磐岩化。

3 成矿作用探讨

3.1 成矿时代

研究区内绝大部分矿床、矿点、矿化点其矿化容矿岩为中生代火山-侵入岩，如二十一站铜矿、奥拉奇金矿、马大尔金矿、页索库金矿、砂宝斯林场金矿等，它们在宏观上都与中生代（尤其是晚侏罗世－早白垩世）的侵入岩、次火山岩、火山岩密切相伴生。又如砂宝斯金矿、老沟金矿、二根河金矿等，其矿化容矿岩为下侏罗统—中侏罗统额木尔河群陆源碎屑岩，但穿切其中的下白垩统英安岩脉也已矿化，甚至本身已构成工业矿体。因此，我们认为研究区内有色、贵金属矿床的主成矿期为中生代，主要为晚侏罗世－早白垩世。

3.2 成矿温度

砂宝斯金矿 28 件石英气-液包裹体均一温度变化范围是 124～284℃，其平均值为 225℃，为以中温为主的中－低温矿床；二十一站铜矿床 5 件石英气-液包裹体均一温度变化范围是 224～359℃，其平均值为 291℃，为中－高温矿床；火山热液型金矿床属低温矿床无疑。

3.3 稳定同位素研究

（1）硫同位素。砂宝斯金矿黄铁矿 $\delta^{34}S$ 值（CDT）的变化范围为 2.2‰～9.6‰，平均值为 4.9‰；二十一站斑岩型铜金矿 $\delta^{34}S$ 为 1.2‰～2.0‰，平均值为 1.6‰。因此，本区铜、金矿床硫同位素特征基本代表了深源岩浆硫的特点。但据齐金忠等（2000）研究，砂宝斯金矿硫同位素离散性较大（ $\delta^{34}S$ 为－8.3‰～5.6‰），样品极差达 13.9‰，均值为－1.4‰，表明与大气降水的参与有关。

（2）氢氧同位素。砂宝斯金矿石英 $\delta^{18}O$ 值变化范围是 5.6‰～12.1‰，平均值为 9.4‰；二十一站铜矿 $\delta^{18}O_Q$ 值为 9.5‰。这些矿床的石英氧同位素组成与中酸性岩浆岩 $\delta^{18}O$ 值变化范围（通常为+6‰~+13‰）基本一致，表明这些矿床的成因与中酸性岩浆岩关系密切。而页索库金矿的石英 $\delta^{18}O$ 值较低（为 0.4‰），显然与大气降水参与成矿热液事件关系密切。

砂宝斯金矿 δD 变化范围是－97‰～－135‰，均值为－118‰；二十一站铜矿 δD 值为－89‰。如此低的氢同位素组成必然与大气降水参与成矿过程有关，是岩浆水和大气降水混合的结果。页索库金矿 δD 值为－182‰，表明该矿床成矿热液中大气降水可能占优势。

综上所述，上黑龙江拗陷金、铜矿床主成矿期为中生代，主要为晚侏罗世－早白垩世；斑岩型铜、金矿床为中－高温矿床，蚀变岩型金矿为以中温为主的中－低温矿床，火山岩型金矿为低温矿床；由斑岩型金铜矿→蚀变岩型金矿→火山岩型金矿，成矿热液温度有由高到低的变化趋势；稳定同位素研究表明，成矿热液以岩浆水和大气降水的混合水为特征，中生代火山-侵入岩浆活动为本区金、铜矿的形成提供了热源和部分成矿物质。

参 考 文 献

国家辉. 2000. 桂西北地区岩浆活动与超微粒型金矿化的关系. 贵金属地质，9（3）：133～143.

齐金忠，李莉，郭晓东. 2000. 大兴安岭北部砂宝斯蚀变砂岩型金矿地质特征. 矿床地质，19（2）：116～124.

权 恒，武 广，张炯飞. 1998. 得尔布干成矿带新类型金矿及资源潜力. 贵金属地质，7（4）：302～303.

武 广，权 恒. 2000. 上黑龙江拗陷“新类型”金矿地质特征及成矿远景. 见：中国地质学会编.“九五”全国地质科技重要成果论文集.“九五”地质科技重要成果交流会. 北京：地质出版社. 336～339.