

内蒙古赤峰地区上二叠统砂(页)岩型铜(金)矿的发现及其地质意义

东野脉兴¹,朱兴国²,顾伟³,祁才吉¹,代晓光¹,焦学涛¹

(1.中化地质矿山总局地质研究院,涿州 072754; 2.内蒙古锡林郭勒盟鸿泰矿业有限责任公司,赤峰 024000;
3.山东省地矿工程勘察院内蒙古分院,赤峰 024000)

摘要:2007年至2010年原赤峰市金田矿业有限责任公司在勘查巴林右旗馒头沟铜(金)矿时,发现该矿成因类型属于砂(页)岩型铜(金)矿,容矿岩石是上二叠统林西组砂页岩。矿区构造简单,林西组地层为一向SE倾的单斜构造。矿区林西组地层厚度大于600 m,目前已发现含矿地层厚度约214.7 m,含8个矿层,矿体呈层状、似层状、透镜状,矿石矿物以他形粒状黄铜矿和自然金为主,均呈微细浸染状散布于砂页岩中,局部有成岩期后形成的细脉状,地层普遍含黄铁矿。此类矿床在内蒙古乃至北方属首次发现,其研究成果不仅及时指导了馒头沟矿床的勘查,而且对内蒙古乃至北方上二叠统寻找同类矿床具有重要的意义。

关键词:内蒙古赤峰地区;上二叠统;馒头沟铜(金)矿;砂(页)岩型铜矿

中图分类号: P618.41

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2015)01-0108-10

内蒙古巴林右旗馒头沟铜(金)矿位于内蒙古赤峰市巴林右旗幸福之路苏木。探矿权属于原赤峰市金田矿业有限责任公司。第一、二作者曾受聘于该公司,分别任总工程师和副总经理,2007年下半年对该勘查区开展了勘查工作,施工2个钻孔,发现了馒头沟铜(金)矿床。2008年初委托核工业二四三地质大队对该矿进行勘查,历时三年完成勘查工作。2012年至今由山东省地矿工程勘察院内蒙古分院继续勘查。

笔者研究发现,馒头沟铜(金)矿的成因属于砂(页)岩型铜(金)矿,曾撰写馒头沟铜矿成因短文,被勘查单位纳入《普查报告》的矿床成因一章。二叠纪砂(页)岩型铜(金)矿在内蒙古属于首次发现,矿床成因不仅对馒头沟矿床勘查有指导意义,而且对内蒙古乃至我国北方二叠系铜多金属矿的找矿、勘查都有重要地质意义,这就是笔者撰写本文的初衷。希望此文能引起地质界的关注,发现新的更大规模同类矿床。

1 区域地质概况

该区大地构造位置位于内蒙古中部地槽褶皱系

(II)的东端,苏尼特右旗晚华力西地槽-褶皱带(II₄)内哲斯-林西复向斜(II₄)之中^[1](图1)。

区域地层为上二叠统林西组,主要分布于大兴安岭南端西拉木伦河以北的克什克腾旗、林西、海苏坝和碧流台等地。该区地层典型剖面以林西东北的官地剖面著称,亦为林西组的命名地点。本组岩性比较单一,主要由一套黑色板岩、粉砂岩、砂岩组成。

林西县官地剖面^[2]

上限不清

- | | |
|---|--------------|
| 林西组 | 总厚度>3107.3 m |
| 14. 黑灰色粉砂质板岩(未见顶) | 318.3 m |
| 13. 灰绿色粉砂质板岩,夹紫色砂质板岩和灰绿色细砂岩,含 <i>Palaeomrta soronens</i> (Kob.and His), <i>P.cf.trigonalis</i> , <i>Amal</i> , <i>Palaeonodonta</i> sp., <i>Paracalamites</i> sp., <i>Noeggerathiolps</i> sp. | 212 m |
| 12. 浅黄绿色粉砂岩,夹细砂岩,下部夹紫色砂质板岩 | 256 m |
| 11. 浅灰绿色粉砂质板岩,夹细砂岩 | 95 m |
| 10. 浅灰绿色薄层粉砂岩 | 70 m |
| 9. 浅黄绿色薄层粉砂岩,夹中粒砂岩和粉砂岩、顶部板岩夹灰岩透镜体,含 <i>Paracalamites</i> sp. | 215 m |
| 8. 灰绿、浅黄色粉砂质板岩,夹中细粒砂岩,上部板岩含钙质结核。 | 327 m |

收稿日期:2014-10-11

资助项目:内蒙古巴林右旗馒头沟铜多金属矿详查(SDDK80101)

作者简介:东野脉兴(1935-),男,矿床学、沉积学专业,研究员,Email:185617236@qq.com。

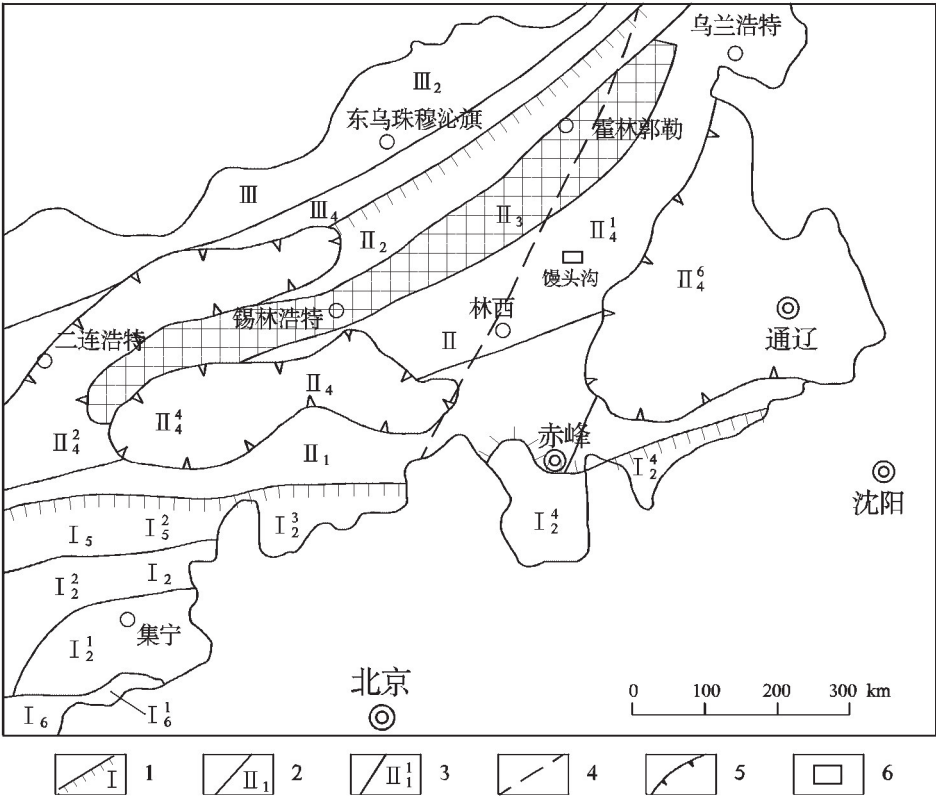


图1 馒头沟大地构造位置图^[1]

Fig.1 Geological background map of the Mantougou

- 1.一级构造单元界线及编号; 2.二级构造单元界线及编号; 3.三级构造单元界线及编号; 4.大兴安岭中生代火山岩区(轴线); 5.中、新生代陆相盆地; 6.工作区位置; I₁.华北地台; I₂¹.内蒙台隆; I₂².凉城断隆; I₂³.阴山断隆; I₂⁴.冀北断陷; I₂⁵.喀喇沁断隆; I₃.狼山-白云鄂博台缘陷; I₃².白云鄂博断束; I₆.山西台隆; I₆¹.清水河凸起; II.内蒙古中部地槽褶皱区; II₁.温都尔庙-温牛特旗加里东地槽褶皱带; II₂.西乌珠穆沁旗晚华力西褶皱带; II₃.锡林浩特中间地块; II₄.苏尼特右旗晚华力西褶皱带; II₄¹.哲斯-林西复向斜; II₄².二连拗陷; II₄³.浑善达克拗陷; II₄⁴.开鲁拗陷; III.兴安地槽褶皱系; III₂.东乌珠穆沁旗早华力西地槽褶皱带系; III₄.东乌珠穆沁旗晚华力西地槽褶皱带系
7. 黄色砂岩、灰黑色粉砂质岩,夹中细粒砂岩,含 *Palaeomr-tela Rhinganens* (Kob and His), *P.soronens* (Kob and His), *P.hahaiens* (Kob and His), *P.cf.subparslleta Amal*, *P.surbrectangularis* (Kob and His), *P.cf.semilunulata Amal*, *P.lumulata Amal*, *P.cf.lunulata Amal* 等 86 m
6. 灰黑色厚层细粒硬砂岩。另翼含 *Carboni cula la* sp.、*Paracalamites* sp.等 34 m
5. 灰黑色中-薄层粉砂质板岩,夹薄层状砂岩,含 *Cala-mites* sp., *Paracalamites* sp., *Noeggerathiops* sp., *N.cf.derzavinii* Neub 609 m
4. 灰黑色粉砂质板岩,夹粉砂质页岩 235 m
3. 灰黑色页片状泥质页岩 73 m
2. 灰黑色粉砂质板岩 479 m
1. 黑色页片状泥质页岩(未见底) >98 m

2 矿区地质概况

公司所属探矿权面积 7.56 km², 出露地层有上二

叠统林西组轻微变质砂岩、粉砂岩、板岩, 白垩系上统黑依哈达组流纹岩、凝灰岩和第四系。全区 80% 面积为第四系和白垩系火山岩覆盖。林西组地层主要出露在勘查区西南部, 出露面积约 0.39 km², 约占探矿权面积的 5.16%(图 2)。

第四系与白垩系火山岩厚度 0~30 m, 最厚达 70 m。本次勘查工程选择西南部林西组出露较多的 1.2 km² 进行普查工作, 布设 5 条勘探线, 施工 14 个钻孔, 总进尺 7595 m。本文所依据的资料是野外工作阶段资料。

矿区林西组地层为一向 SE 倾的单斜构造, 倾向 125°~135°, 倾角 30°~50°, 平均 40°。主要是一套轻微变质的砂岩、粉砂岩及泥岩。由于地层出露零星, 难以测到较完整地层剖面, 这里主要根据钻孔剖面叙述地层特点, 笔者对 ZK₁ 岩芯进行较为详细观察, 并较系统地采集岩矿与化学分析样品进行测试, 现

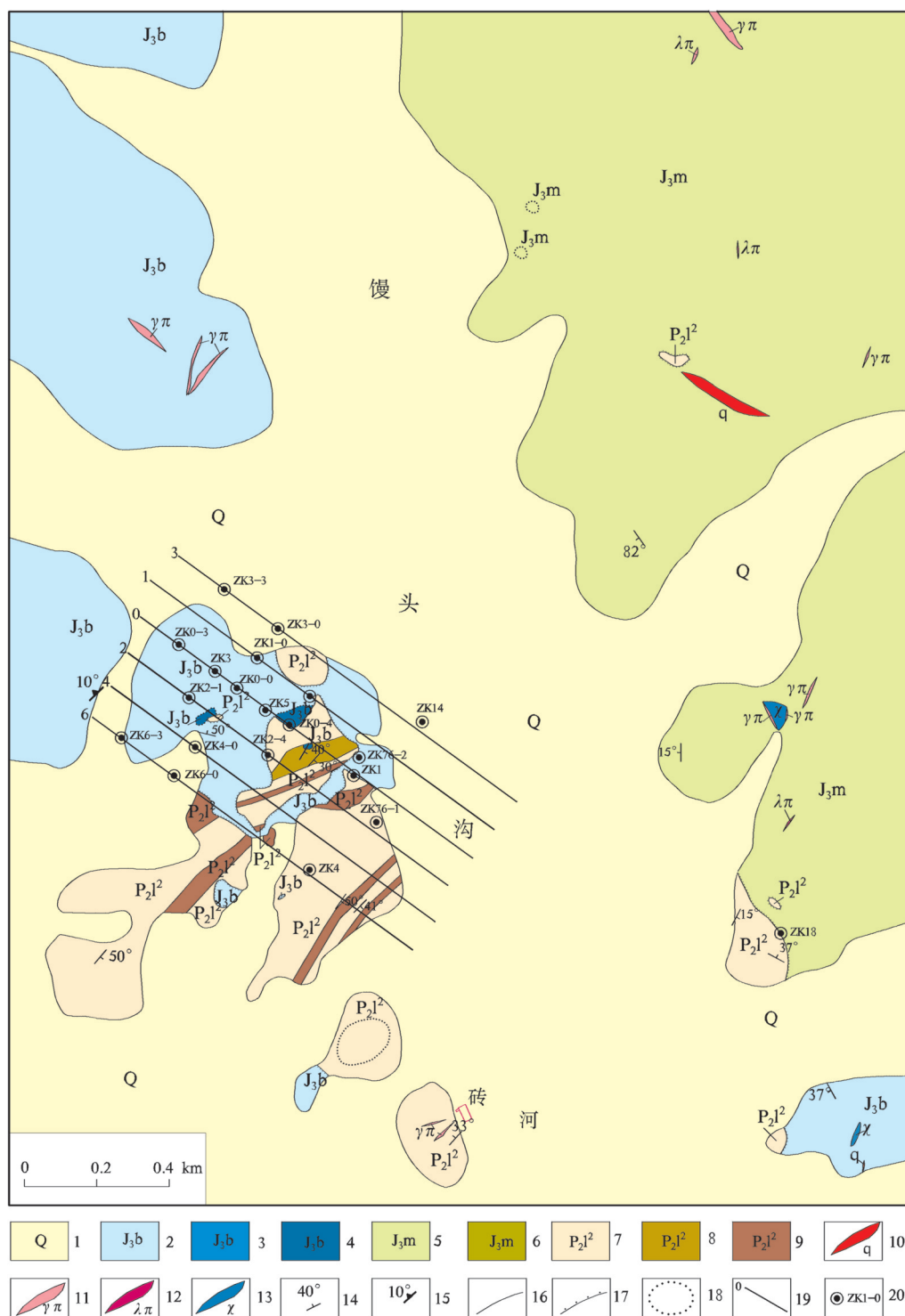


图2 内蒙古自治区巴林右旗馒头沟铜(金)矿矿区地质图及工程分布图^[1]

Fig.2 Geological map and layout sheet of exploratory engineering of the Mantougou copper(gold) deposit in Balinyouqi of Inner Mongolia

1.第四系残坡积物; 2.侏罗系上统白音高老组流纹岩; 3.侏罗系上统白音高老组霏细岩; 4.侏罗系上统白音高老组凝灰岩; 5.侏罗系上统满克头鄂博组流纹质熔结凝灰岩、流纹质角砾凝灰岩、溶结集块岩; 6.侏罗系上统满克头鄂博组碳酸盐化黑云安山岩; 7.二叠系林西组变质砂岩; 8.二叠系林西组粉砂岩; 9.二叠系林西组板岩、粉砂岩质板岩; 10.石英脉; 11.花岗斑岩岩脉; 12.流纹斑岩; 13.煌斑岩脉; 14.地层产状; 15.流纹产状; 16.地质界线; 17.不整合界线; 18.岩相界线; 19.勘探线及编号; 20.钻孔及编号

对ZK₁孔剖面详细进行描述。

ZK₁孔终孔520.17 m,划分31个分层,自上而下为:

(1)0~15.80 m,泥质石英细砂岩,风化面浅黄色,新鲜面灰色,碎屑63%,其中石英60%,钾长石2%,杂基30%,均为粘土矿物,石英呈棱角-次棱角状,粒径0.06~0.3 mm,含黄铁矿(5%),含铜0.1%。

(2)15.8~20.3 m,灰色粉砂质板岩,粘土矿物70%,石英26%,钾长石3%,绿、绢云母1%,显微裂隙发育,含黄铁矿7%~8%。

(3)20.3~22.3 m,浅灰色泥质细砂岩,两组显微裂隙发育,充填黄铁矿。

(4)22.3~38.0 m,灰色粉砂质板岩夹泥质粉砂岩,或二者互层,局部相变,显微裂隙发育(1~4 mm),充填黄铁矿,板岩中还含有一些星点、团块状黄铁矿并有绿泥石包裹的晕圈,具块状泥岩特点。

(5)38.0~41.33 m,岩性同4,砂岩与板岩成1~3 cm的互层,水平层理发育,含黄铁矿10%左右。

(6)41.33~47.0 m,深灰色板岩(块状泥岩),见硅质条痕,中有暗色金属矿物(斑铜矿),黄铁矿细脉含微粒铜。

(7)47.00~53.65 m,粉砂质板岩与泥质细砂岩互层,具花斑状构造,含黄铁矿细脉,其中见黄铜矿。

(8)53.65~57.11 m,砂质板岩,粘土65%,石英30%,粒径0.06~0.2 mm,黄铁矿8%~10%、褐铁矿8%~10%。

(9)57.11~64.34 m,板岩,粘土97%,由灰、深灰色不同色调构成斑杂状、角砾状等,另有褐铁矿、黄铜矿,黄铁矿呈草莓状集合体,其外有绿泥石包裹,含量20%~10%。

(10)64.34~67.0 m,泥质细砂岩,含黄铁矿8%~10%。

(11)67.0~92.54 m,灰色粉砂板岩夹深灰色泥质粉砂岩,或二者互层(上部),特点同9层,具mm级显微裂隙,被石英脉(梳状)方解石充填,泥质有时呈条带或角砾包于砂岩中,角砾为褐色,黄铁矿被黑色膜包围(绿泥石)。粘土70%(上部)~97%(下部),石英25%~10%,粉砂级,黄铁矿呈点状、脉状、草莓状,外有黑色膜,此外有少量褐铁矿。

(12)92.54~95.67 m,深灰色板岩,粘土含量97%,黄铁矿呈点状、脉状,具块状泥岩特点。

(13)95.67~189.50 m,斑杂状、花斑状粉砂质板

岩,类似第9层特点。109.59 m处,粘土90%,石英粉砂5%,金属矿物5%,少量绢云母、绿泥石,117.38~118.08 m处夹细砂岩,其厚70 cm,石英+硅泥岩屑+钾长石,占57%,具粒序层理,黄铁矿脉含铜,黄铁矿呈点状、脉状,含黄铜矿微粒。122.34~122.44 m处见1.5~2 cm厚的含铜黄铁矿脉。130 m处见黄铜矿,镜下金属矿物10%,岩石为板岩,黄铜矿呈他形粒状散布于板岩中,粒径0.03~0.3 mm,呈点状、脉状、团粒状。147.48~148.63 m处为细砂质板岩,粘土60%,石英35%,石英粒径0.06~0.15 mm,黄铁矿含量10%~15%。155.97 m处见1~2 cm厚的分支状黄铁矿脉,含铜,岩石为板岩,粘土96%。159.5 m处,板岩夹两层粉砂岩,见微细层理,有错动,裂隙中有含铜黄铁矿,浅色角砾与碎块分布于深色岩中,似风暴沉积特点。脉状黄铁矿,含铜,花斑状,微细层理。176.7 m处,深色花斑状板岩夹30 cm厚的浅色粉砂岩,深色板岩粘土95%,绿泥石3%,含黄铁矿和黄铜矿,呈星点状、斑点状、细脉状。188.31 m处,见葡萄状硅化,其中心为黄铁矿集合体,含量15%~20%,脉状黄铁矿密集分布。

(14)189.5~205.0 m,浅灰色细砂质板岩,深灰色泥质中粒石英砂岩,前者粘土60%,石英30%,粒径0.06~0.15 mm,棱角-次棱角状,含微粒状黄铁矿10%~20%,后者石英60%,粘土30%,石英等碎屑0.1~0.25 mm,含黄铁矿集合体,并被绿泥石包裹,黄铁矿均散布于泥质中。黄铁矿10%~20%,呈微粒集合体,脉状等,被绿泥石围绕。花斑状,孔隙式胶结构与成分成熟度较低。

(15)205.0~228.99 m,含砾砂质板岩,粘土65%,碎屑20%,有石英砂,石英岩,粉砂岩等,砂级0.1~0.2 mm,砾石5 mm,棱角-次棱角状,黄铁矿呈他形细粒散布泥质中,另有两组脉状黄铁矿交叉,碳酸盐化较强。

(16)228.99~257.29 m,灰色砂泥质泥砾岩,砾石2~3 cm至4~5 cm不等,成分为泥质岩,棱角状,无分选,有时角砾与杂基各占50%;杂基有黄铁矿、石英砂、粘土矿物,2~6 mm的黄铁矿团块亦作为砾石组分,杂基中的黄铁矿为细粒状散于泥质中;杂基中富碳酸盐、锰质(桔红色),以硅质为核心,黄铁矿为圈层的鲕粒及铁锰质团粒。黄铁矿可高达50%,脉、星点、团块状,有绿泥石环绕。

(17)257.29~299.81 m,深灰色粉砂质板岩,粘

土矿物 65%~95%不等,石英 3%~25%不等,棱角-次棱角状 272.01~274.01 m 处含浅灰色泥质团块及条带,呈点状脉状黄铁矿含铜,亦见球粒状、鲕状(似玛瑙)构造,呈桔红色纹理。257.7 m 处见桔红色斑点(含铜),287 m 处光片中见铜矿物。288.7 处光片中见铜矿物(含铜黄铁矿)。298.28 m 处光片中见铜矿物,有黄铜矿,自然铜,孔雀石等。

(18)299.81~358.0 m,深灰色板岩,粘土矿物 95%,黄铁矿呈微粒及脉状,脉宽 1 mm,含铜(303.21 m 处)。337.87 m 处夹 1.5 cm 厚纹层状玉髓条带。339~340 m 处含 Pb(0.74%),岩性为粉砂质板岩,粘土 80%,石英 15%,以及黄铁矿、绿泥石、绢云母、泥晶碳酸盐、碳质及铁质氧化物等。354 m 处为泥质中-细粒砂岩,泥质 30%,石英 60%,钾长石 3%,粒径 0.12~0.2 mm,此处含铜 0.53%。307~309.6 m 处破碎带,碳酸岩化,退色。329.4~334.75 m 处为破碎带。320.20 m 处见球粒构造或鲕粒,核心为黄铁矿,中层黄色(铁锰质),外层硅质。353.64~360 m 处为 6.36 m 厚矿层,铜平均 0.95%。

(19)358.0~372.0 m,含泥质团粒中-细粒砂岩,见粒序层理和水平层理,下部粗,粒径 1~2 mm,向上变细为粉砂岩,单序层厚 3~10 cm 不等,粗粒者为泥粒,泥粒为绿色(含绿泥石),至 366.17 m 处,绿色消失,变为灰色,薄片鉴定为泥质鲕粒(35%);杂基为石英砂、粉砂岩屑、金属矿物、黄铁矿。本层沉积构造特点为粒序层理、平行层理、脉状层理,粒、团粒构造。

(20)372.0~387.15 m,灰色泥质细粒砂岩,砂屑石英 55%,棱角-次棱角状,0.1~0.2 mm,杂基中粘土 35%,泥晶碳酸盐 5%,黄铁矿少量。

(21)387.15~404.93 m,含泥质细粒砂岩,时见点状黑色金属矿物,但光片未发现特殊矿物,只有黄铁矿、褐铁矿。

(22)404.93~413.45 m,浅灰色泥质团粒板岩,泥质团粒由泥质、炭质组成,色黑,0.1~0.2 mm,占 25%,杂基为泥质及少量炭质(斑点),黄铁矿 5%~10%,泥粒由粘土+炭质组成(下同)。

(23)413.45~423.51 m,同第 21 层,但出现玉髓条带及岩屑,黄铁矿有微粒状及集合体(1~2 mm),可达 8%,有少量黑色斑点(炭质)。

(24)423.51~435.55 m,浅灰色板岩,粘土矿物 90%,含泥粒 5%,石英 2%,少量绿泥石,黄铁矿呈点状,草莓状,不规则脉,黑色斑点 5%(炭质),成岩收缩

裂纹充填黄铁矿。

(25)435.55~445.0 m,团粒板岩,团粒 40%,为泥质炭质组成,杂基 55%由粘土矿物、泥晶碳酸盐、少量炭质组成,局部泥粒成层与粉砂质板岩或泥质粉砂岩互层,含铜,440~442 m 处铜 0.27%,445 m 处以下为粉砂岩占主导地位,含黄铁矿和黄铜矿。

(26)445.0~459.0 m,粉砂质板岩,含泥粒。

(27)459.0~490.87 m,深灰-黑灰色含泥粒板岩夹浅灰色泥质粉砂岩,泥质团粒有时集中成层(夹层),泥粒 40%,石英砂 3%,杂基 55%,由粘土矿物、少量炭质和泥晶碳酸盐矿物、铁质氧化物、少量石英等组成。下部为黑色硅质板岩,粘土 75%,石英砂 5%,黄铁矿 5%,绿泥石 2%,及少量黑云母、绢云母、碳酸盐。石英 10%。黄铁矿呈微粒斑点分布,微粒集合体成团粒状、团块状,粒径 0.2~1 mm,多被绿泥石包裹(这是本层一个突出特点)。

(28)490.87~500.0 m,灰-深灰色斑点板岩,由粘土矿物(90%)并杂以泥晶碳酸盐、炭质、铁质氧化物、石英粉砂组成,斑点为绿泥石、绢云母及碳酸盐形成的团块状斑点,含黄铁矿,褐铁矿,及微量黄铜矿。

(29)500.0~507.15 m,黑灰色斑点状板岩,粘土矿物 85%,其它特点同(28)层。

(30)507.15~511.0 m,同 29 层,510 m 处见含铜黄铁矿。

(31)511.0~520.17 m,同 29 层。

根据砂、泥等组分及含量、结构构造及沉积特征(原生沉积构造、韵律等),31 个分层合并为 5 个沉积韵律,即:

第 I 层韵律,包括第 1 分层,该层为细碎屑岩层,属于韵律下部层。

第 II 层韵律,包括第 2~10 分层,上部为粉砂泥质板岩,泥质粉砂岩互层,夹板岩,板岩具块状构造,为块状泥岩,厚 18.7 m。下部为粉砂质板岩与细砂岩互层,具有花斑状、波状、脉状层理与火焰状构造,亦见角砾状构造,显示水流遗迹,厚 16.4 m。

第 III 层韵律,包括第 11 分层到第 13 分层上部(即第 13 层 122.34 m 以上之层段),上部为粉砂质板岩、泥质粉砂岩夹板岩,具波状层理和透镜状层理及块状构造(块状泥岩),厚 35.3 m。下部为粉砂质板岩、细砂岩、细砂质板岩夹板岩,具粒序层理,厚 33.0 m。

第 IV 层韵律,包括第 13 分层下部(即第 13 层 122.34 m 以下之层段)到第 16 分层,上部为粉砂质板

岩、板岩。夹泥质粉砂岩,具纹层状与花斑状构造,厚37.2 m。中部为细砂质板岩夹中-细粒砂岩和含砾砂质板岩,结构与成分成熟度低,具花斑状构造,厚32.4 m。下部为砂泥质泥粒岩,为盆内泥质碎屑及角砾层,厚23.2 m。

第V韵律,包括第17~31共14个分层,从257.29到终孔520.17 m,厚度约214.7 m,该韵律含8个铜(金)矿层,为含矿岩系地层,从0号勘探线剖面看,各钻孔均未打穿含矿岩系地层,打穿含矿岩系,方可全面查明含矿情况。需要说明的是,这里所谓含矿岩系或含矿岩段,只是这段地层含有按工业指标圈定的矿层(体),其上下地层亦普遍含铜(见上述ZK₁钻孔岩芯镜下描述),特别是在第I韵律层之上即详查区东南直距1085 m的馒头沟河东岸的ZK₁₈孔已见矿,虽仅此一孔之见,也表明又一矿段存在的可能。

该韵律上部83.2 m和下部94.5 m为粉砂质板岩夹泥岩、粉砂岩。中部27 m为泥质粉砂岩,全层为细砂-粉砂-泥质一套多韵律层,目前发现含矿层共8层,均产于该韵律层,为含矿岩段。

第V韵律层为含矿段,特征如下:

(1)普遍含泥质团粒-泥粒,最高含量达40%,它是一种盆内碎屑,即泥质内碎屑,泥质沉积后固结未硬结成岩之前受波浪水流作用打碎形成的泥粒。其杂基有泥质、粉砂、泥晶碳酸盐、炭质、铁质氧化物等。泥粒集中时可构成泥粒岩层,夹于粉矿泥质岩中。

(2)普遍含金属硫化物和自然金,其中黄铁矿含量高(最高20%),其次是铜(黄铜矿、自然铜、孔雀石等)和金,当其局部富集时便构成矿层。此外铅、锌在局部也构成矿层。

(3)时见球粒或鲕粒,其核心为黄铁矿,内层圈为铁锰质,外层为硅质或硅质为核心,黄铁矿、铁锰质为圈层,有时呈多色层,似玛瑙状。

(4)黄铁矿常常显示草莓状,时而有鲕状,其外往往包一层绿泥石,草莓状与鲕状黄铁矿是典型生物成因标志。

(5)时见粒序底层理和块状层理(块状泥岩)。

3 含铜(金)岩系含矿性

由于尚未看到普查报告,尚不知求得的具体资源量,2008年10月野外工作验收时,勘查单位曾估算

65422.78t左右的资源储量^①。下面列出0号勘探线剖面ZK₃、ZK₄、ZK₂和ZK₁四个钻孔见矿情况(图3、表1)。不过这个图和表还不能真实反映矿的全貌,因为第一,钻孔岩芯野外取样具很大的人为性,即主要依据其黄铁矿含量多寡,在黄铁矿含量多的部位取化学分析样,事实上,并不是凡黄铁矿含量高的部位都有矿,常常黄铁矿含量低的部位也有矿;第二,检查取样后的岩芯,曾发现几处放大镜下见到明铜的部位并没有取样;第三,ZK₁孔显微镜鉴定结果,铜矿

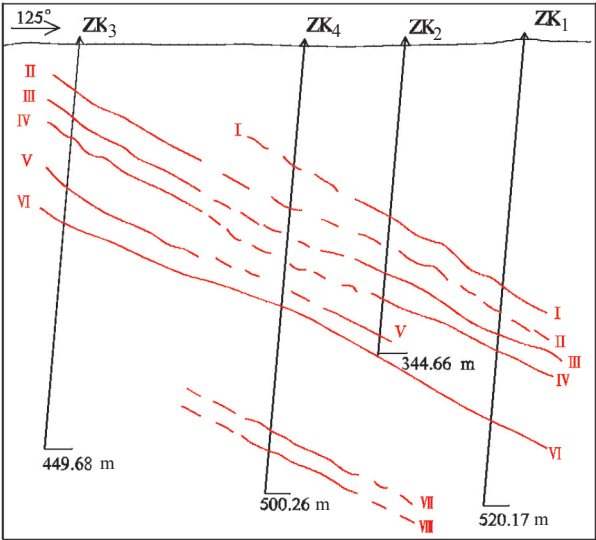


图3 0号勘探线剖面矿层对比图(比例尺1:10000)
Fig.3 Ore deposit correlation of Prospecting line section 0

图中 I、II、III、IV、V、VI、VII、VIII 为矿层编号

表1 钻孔所见矿层厚度及金属含量(Cu、Pb、Zn(%),Au(g/t))
Table 1 Deposit thickness and metal content

矿层	ZK ₃			ZK ₄			ZK ₂			ZK ₁		
	元素	含量	厚度(m)	元素	含量	厚度	元素	含量	厚度(m)	元素	含量	厚度(m)
I							Cu	0.79	3.40	Cu	1.60	1.73
II	Zn	0.76	4.59									
III	Cu	0.96	0.84				Cu	0.97	1.65	Pb	0.74	0.85
	Au	0.27	0.84									
IV	Cu	0.50	0.88				Cu	0.77	1.65	Cu	1.91	5.11
	Au	0.38	0.88									
V	Cu	1.44	3.56				Cu	0.26	1.65			
	Au	1.10	3.56									
VI	Cu	1.91	1.93	Cu	0.51	0.59				Cu	0.27	1.65
	Au	1.38	1.93									
VII				Au	1.32(0.95~2.49)	3.93						
VIII				Cu	0.84	0.82						

注:样品分析单位为核工业二四三地质大队实验室

^①核工业二四三大队.内蒙古巴林右旗幸福之路苏木馒头沟地区多金属普查项目野外工作总结.2008.

物颗粒微细,放大镜下大多难以识别出来,多处镜下见到铜处而未有化学分析样。可见人为取样难免漏矿。砂(页)岩型铜(金)矿主要与沉积作用有关。因此应最少选择两个有代表性钻孔全孔取样,才能全面了解含矿性,这是应当补做的工作。

从图3和表1看,有8个矿层,但矿层连续性较差,分析原因有两个,一是该矿层就是这个特点,二是人为取样漏矿造成的,特别是ZK₁和ZK₂两个孔样品未分析金,有可能馒头沟矿是一铜、金矿床,局部Pb、Zn含量较高,也可能构成铜金多金属矿床。

纵观8个矿层,单层厚度一般为0.84~5.11 m,铜品位0.40%~2.96%,全矿平均0.92%,金一般与铜伴生,Au品位为0.27~1.3 g/t,局部单独构成矿层,第VII层矿(ZK₄)金0.45~2.49 g/t,平均1.32 g/t,厚度达3.93 m。

2014年施工8个孔,含金矿层2~5层,为铜金矿床,目前正在勘查中。

4 馒头沟铜(金)矿矿床成因

如前所述,馒头沟铜(金)矿容矿岩石是林西组轻度变质的粉砂岩、页岩(板岩)和细砂岩;矿体呈层状、似层状,有一定层位,受林西组地层控制;矿体即含矿沉积岩,岩石保留沉积岩的基本组构特点,呈薄层状,铜、金矿物呈他形粒状,粒径0.001~0.1 mm,呈微细侵染状散布于岩层中,也常常出现后期改造形成的细脉状、顺层浸染状、网脉状及块状特点,并伴有硅化、碳酸盐化、绿泥石化、绿帘石化等较弱的蚀变现象;矿体与围岩未见有与岩浆热液作用有关的蚀变现象,附近也没有与成矿有关的岩浆岩;矿层单层厚度小,一般0.12~2 m不等,最厚5.11 m,含铜(金)岩系具有多层矿特点,比较稳定的有4层,有的剖面多达10多层;矿石矿物成分比较简单,主要是铁和铜的硫化物,除黄铁矿外,主要有黄铜矿、自然金、毒砂,此外有辉铜矿、斑铜矿,也有孔雀石、铜兰等,金与铜伴生,少数单独构成矿层。偶伴有砷、铅、锌;显微镜下有时见黄铁矿等金属硫化物的显微球粒结构,球粒集合体呈草莓状;含铜岩系地层为正常沉积的细砂-粉砂-泥质岩系,为薄层状,纹层状,普遍含有盆内碎屑之泥粒,并常常单独成层(泥粒岩层),局部夹有滑动角碎岩或风暴角砾岩。上述种种特征几乎涵盖了砂页岩型铜矿床的基本特点,因此,馒头沟铜矿是典型的砂页岩型铜矿床,属于铜矿床分类中的“沉

积岩中的层状金属硫化物矿床”^[3]。

金属硫化物矿床中的硫化物常具显微球粒结构,这种结构的成因一般认为与微生物作用有关,并把它作为生物化学沉积作用形成的标志。显微球粒集合体似草莓状,每个球粒由核心体与囊体组成,金属硫化物(黄铁矿或黄铜矿等)构成中心体,霉菌组成的囊体包裹中心体。夏学惠等(1999)研究河北兴隆-宽城地区以沉积岩为容矿围岩的块状硫化物矿床,发现大量鲕状黄铁矿(占矿石的50%以上),认为鲕状黄铁矿的形成是海底热水脉动喷流与嗜热微生物共同作用的产物^[4]。发现鲕粒核心由黄铁矿菌群构成,此外存在大量黄铁矿细球菌、黄铁矿菌胶团、黄铁矿杆状菌等^[5]。夏学惠在燕辽中新元古代裂陷槽长城系高于庄组沉积岩系内发育的几个多金属硫铁矿床中发现,其中硫铁矿体中均发育有大量叠层石黄铁矿,这种黄铁矿叠层石主要呈小型点礁状分布在矿床中。认为在沉积物与水界面之下的缺氧和富含硫化物、硫酸盐的环境中,藻细菌的大量繁殖与造礁作用,不仅可以大量形成对硫酸盐还原有利的有机质,而且可能对来自海底喷气作用带来的金属离子Fe产生明显的吸附作用。叠层石黄铁矿石中富集有机质如此之丰,它反映了一种特殊封闭还原成矿环境。实际上光和作用形成的有机质是达不到那里的。那藻细菌是如何生长和繁殖的?由此可以解释为在燕山元古宙裂陷槽的兴隆-宽城断陷盆地内,由于同生断裂的长期活动,海底喷溢的热液溢出喷口后,热液喷口附近发生了强烈的化学合成作用,栖息在周围的特殊嗜热生物群落古细菌、藻类生长兴盛。它们不断吸附富集成矿元素,并将硫酸盐还原为H₂S。藻细菌吸附的Fe²⁺与S作用,形成了黄铁矿叠层石点状礁体。这种热水沉积-微生物富集成矿作用是该区硫铁矿床成矿作用的主体^[6]。

笔者在我国南方晚震旦-早寒武世磷块岩中发现大量多种磷质微生物化石^[7],创立了磷块岩微生物成矿论,并在《滇池磷的现代沉积与环境污染防治对策》(国家自然科学基金资助项目)项目研究中,证实滇池中现代活着的微生物对磷的分解、迁移、沉积与富集的作用^[8]。矿石中微生物化石的发现以及生物成矿实验,都证明了此类矿床具有生物成矿作用的某些特点。

一般认为此类矿床的生物化学沉积成矿形成于还原环境中。各种金属成矿物质是通过和H₂S发生

化学反应而沉积富集成矿的。在海盆地中氧化-还原界面以下, H_2S 由海底厌氧细菌还原硫酸盐产生或生物遗体腐烂产生, 当含金属离子的溶液进入这种沉积环境后, 受到 H_2S 的影响, 形成金属硫化物, 遇有足够的金属离子供给, 就形成沉积的金属硫化物矿床。这种层状金属硫化物矿床有若干亚类, 例如砂(页)岩型铜矿、沉积黄铁矿矿床、黑色页岩系中的镍钼(铀磷)矿床等, 其中的砂(页)岩型铜矿最为重要。砂(页)岩型铜矿床的形成一般认为, 在表生条件下, 铜主要呈 CuSO_4 溶液从风化壳中被搬运出去, 当其汇集到盆地中的还原环境中时, 由于 H_2S 的存在, 铜易发生沉淀和集中, 由这种方式沉淀的矿质多与砂、泥质物伴生, 成岩后形成砂页岩型铜矿床。砂页岩型铜矿床是一种十分重要的铜矿床类型, 在上世纪三十年代至六十年代初曾居国外铜总储量的第一位, 其后由于斑岩型铜矿的大量发现和开采, 才使其居第二位。目前砂页岩型铜矿总储量占世界铜矿总储量的30%, 在中国占铜总储量的23%^[3]。

国外最大的砂页岩型铜矿是中非铜矿带, 也是世界最大的铜矿带, 由赞比亚中部向西北方向延至刚果(金)境内, 矿带长500 km, 宽60~100 km, 矿带内有若干大到超大型铜矿床, 至少有8个储量在500万吨以上的超大型铜床。全矿带铜的金属储量达1.7亿吨, 矿石平均品位4%^[3]。

中国沉积岩中层状铜矿可以依容矿围岩的不同, 分若干亚类^[3]: ①含凝灰质细碎屑岩建造型铜矿, 该矿床有山西中条山篦子沟铜矿、内蒙古狼山霍各乞铜矿, 前者产于中条山群浅变质沉积建造, 矿体产于黑色片岩, 后者产于狼山群千板岩、片岩、石英岩细碎屑岩建造内, 矿体产于石英岩; ②碳酸岩建造型铜矿, 该类铜矿床以云南东川铜矿和安徽新桥黄铁矿型铜矿为代表, 东川铜矿矿体赋存于昆阳群落雪组石英长石粉砂质白云岩及白云质石英长石粉砂岩中, 安徽新桥铜矿矿体赋存于中、上石炭统黄龙组与船山组灰岩及三叠系青龙组灰岩之内; ③类复理石建造型铜矿, 该类铜矿以云南六苴铜矿为代表, 容矿围岩为浅色砂岩系、杂色砂岩系。

上述矿床实例表明, 沉积岩系中的层状铜矿是以沉积岩、沉积变质岩为容矿围岩的层状矿床, 容矿围岩既有正常的沉积建造, 也有包含有火山凝灰物质(火山物质含量一般不超过50%)和凝灰岩的火山沉积建造。

对成矿物质来源, 一般认为来源于剥蚀区。概略地说, 在氧化过程中, 铜可被溶解, 经河水携带迁移到水盆地中, 通常是在有微生物形成还原环境条件下转变为硫化物沉积于底质沉积物中, 当然也不排除其他方式来源, 有的砂页岩型铜矿成矿物质来源于上升热卤水, 这对层状矿化的改造和叠加在不少铜矿中都有记述, 这是由建造水、孔隙水、渗透水等受热源影响引发在沉积柱中对流, 并从中萃取金属转变成的含矿热水溶液甚至也可以喷流到海底与当时的沉积物一起成矿, 或在微生物作用下成矿^[9]。

砂页岩型铜矿既有沉积同生的, 也有成岩后生两种观点, 例如曼斯菲尔黑色页岩是一个被公认的沉积同生铜矿床, 中非铜矿带则有同生与后生之分^[9]。砂页岩型铜矿产出的大地构造背景, 一是造山区, 二是地台区, 前者为海相砂页岩型铜矿, 后者为陆相砂页岩型铜矿。馒头沟砂页岩型铜矿, 依其所处区域地质构造和含铜岩系地层及原生沉积构造特点等, 当属造山区沉积岩中的层状金属硫化物矿床。

正确认识馒头沟铜矿的成因不仅仅是个学术问题, 而关系到整个勘查工作和成矿远景的问题。沉积矿床, 矿层延伸大, 因此馒头沟铜矿矿区不止已普查的1.2 km²范围, 其外围甚至整个7.56 km²勘查区含铜岩系, 沿走向及深部应布置探矿工程, 扩大找矿范围。对这一点的认识很重要, 我们不能仅限于物探异常范围内, 从已有的钻孔看, 激电异常不决定矿体的范围和位置, 因为有的钻孔打在非异常甚至负异常区也有铜矿, 况且埋深超300 m, 激电反映不明显甚至无反映。另一个问题是第四系和中生代火山岩覆盖区占较大面积, 其下伏仍为含矿的林西组地层。纵观馒头沟砂页岩型铜矿具有多层矿, 矿层延伸大的特点, 其成矿前景十分可观。

二叠系砂页岩型铜矿的发现在内蒙古地区属首次, 这对内蒙古乃至整个北方地区二叠系寻找同类矿床都有重要理论和实际意义。特别要注意在乌兰浩特向SW经东乌旗-锡林浩特、林西、赤峰再向SW至达茂旗广大二叠系地层分布区(图4)寻找同类矿床。

特别值得关注的是“伴生”的金, 随勘查的进展, 金的资源量在上升, 有可能成为主矿, 铜等降为伴生矿。根据馒头沟矿区地质、含矿岩系地层等特征分析, 金矿床类型有可能是“微细浸染型”矿床。该

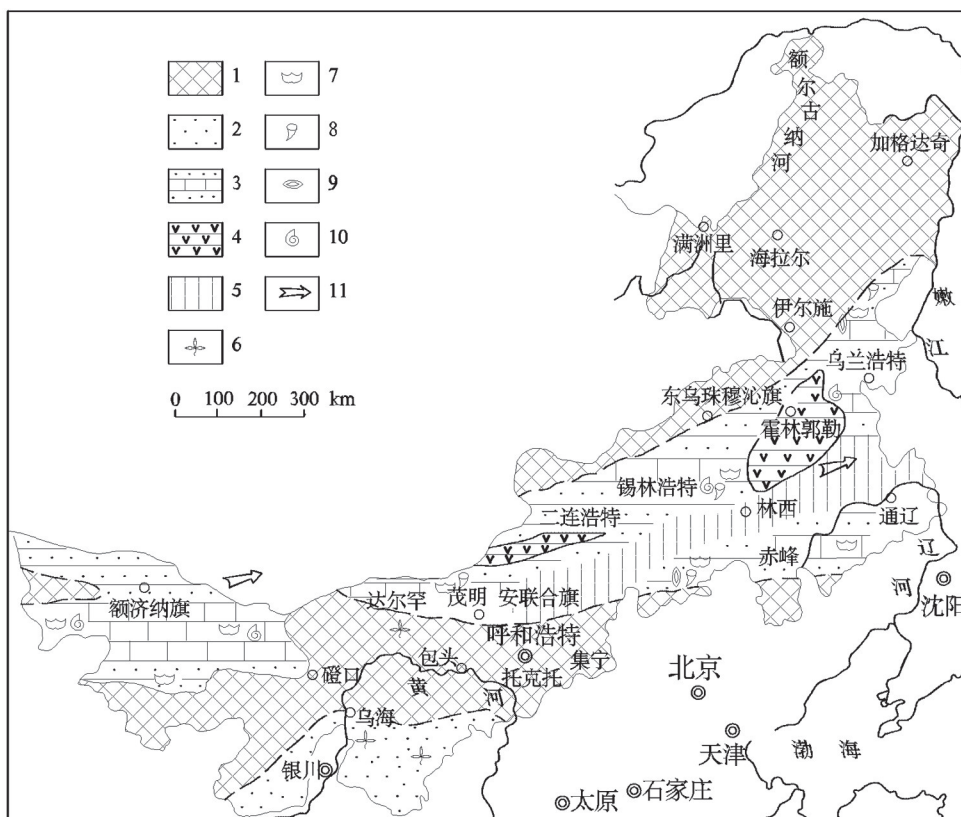


图4 内蒙古二叠纪岩相古地理图^[2]

Fig.4 Lithofacies paleogeographic map of Upper Permian in Inner Mongolia

- 1.古陆;2.湖沼相含煤碎屑岩、泥岩;3.浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩;4.浅海相火山碎屑岩;5.沉积不明的海相地层;
6.植物化石;7.腕足类化石;8.珊瑚化石;9.蛭科化石;10.菊石化石;11.海侵方向

类矿床在我国滇黔桂交界地区、川北及甘陕交界地区、南秦岭地区都有分布,特别是滇黔桂交界地区产于二叠系-中三叠统细碎屑岩、泥岩及不纯碳酸盐岩中的金(汞、砷、锑)矿床。

微细浸染型金矿床的容矿岩是沉积岩、金及载金矿物主要呈颗粒微细的浸染状分布,矿石品位低,但矿床规模大为其特征。该类型金矿最先发现于美国内华达州卡林地区,称为卡林型金矿,是一重要类型金矿^[9]。矿床成因与岩浆岩没有肯定的联系,馒头沟矿床具有类似的特点。

下步勘查工作注意研究矿床成因类型,如最终确定为微细浸染型金(铜)矿床,地质意义将更大。

5 成矿远景分析

本项目详查面积约1.2 km²,约占探矿权面积的七分之一,即勘查获得的矿产资源储量仅限于勘查区西南一隅的1.2 km²范围,另外七分之六的面积尚待继续勘查,这些地段正好是含矿地层沿走向延伸和上、下盘延展的范围(图2),有充分地质依据推断

这七分之六的面积一经勘查,矿产资源储量将会有大幅度增加,况且无论是已发现矿床特征,还是按国家地质矿产勘查规范要求,这七分之六的面积都应继续勘查。

馒头沟矿权范围周边地区,乃至西拉木伦河以北的克什克腾旗、林西、海苏坝至碧流台等大范围林西组地层分布区,都应引起地质界关注,应该说馒头沟上二叠统砂(页)岩型铜(金)矿的发现指明了该类矿床的找矿方向,有关地勘部门应立项研究,有可能发现大规模同类矿床,甚至有可能发现微细浸染型金矿(卡林型金矿)。美国地质学家认为卡林金矿周围岩石中金含量为 $8 \times 10^{-9} \sim 12 \times 10^{-9}$,只高出克拉克值2~3倍,但该区热水系统在5万年以上的活动期间所淋出的金只要有1%得到富集,即可形成一个百吨的金矿床^[9]。馒头沟矿床矿体金的含量是按工业品位圈定的,矿体围岩即整个含矿岩系地层普遍含金,金含量达 $10 \times 10^{-9} \sim 490 \times 10^{-9}$,高出克拉克值2.5~125倍,推断馒头沟及周边区域金的成矿远景可观是顺理成章的,有可能金的真正富集地段尚未找到。特别是大

区域性上二叠统含矿岩系地层分布区,找矿前景更是可观的。

6 结论

内蒙古赤峰市巴林右旗馒头沟铜(金)矿床成因类型属于沉积岩系中层状砂(页)岩型铜(金)矿,容矿围岩是上二叠统林西组轻度变质的细粒砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩、砂质页岩和板岩等一套正常沉积的碎屑岩建造。目前随勘查的进展金的资源量在上升,有可能构成以金为主矿的金(铜)矿床。

矿床基本特点是产于二叠系林西组砂页岩中,具一定层位,矿区没有与成矿有关的岩浆岩,成矿与火成岩没有肯定的联系,容矿围岩为正常沉积的碎屑岩建造,围岩有一定硅化、泥化和氧化作用,金、铜颗粒微细而分散,品位低但规模可能很大(正在勘查中)等等特点,类似于微细浸染型金矿特点,这是一个十分重要的矿床类型。指示着馒头沟矿床成矿远景很大,这是下一步勘查工作应重点研究的内容。总之,馒头沟砂(页)岩铜(金)在赤峰地区乃至整个北方属首次发现,对寻找同类矿床具有重要理论意义

和指导作用。

参考文献:

- [1] 核工业二四三大队.巴林右旗幸福之路苏木馒头沟地区铜多金属矿地质调查报告[R].2007.
- [2] 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,1991,197-222.
- [3] “中国矿床”编委会.中国矿床上册[M].北京:地质出版社,1989,93-107.
- [4] 夏学惠,李钟模.鲕状黄铁矿的热水沉积与微生物成矿作用[J].沉积学报(增刊),1999,17:712-716.
- [5] Xia Xuehui, Lina Wei, Yuan Congjian. Mineralization of a Proterozoic Sulfide Black Smoker Chimney and Thermophilous Microorganisms in Eastern Hebei[J]. China ACTA GEOLOGICA SINICA Aug. 2008, 82(4): 858-863.
- [6] 夏学惠,刘昌涛,李钟模,等.冀东兴隆-宽城地区疏铁矿床中黄铁矿叠层石的生物成矿作用[J].矿床地质,2000,19(1):61-67.
- [7] 东野脉兴.微生物建造的磷块岩[J].沉积学报,1985,3(3):1-5.
- [8] 东野脉兴,樊竹青,张灼,等.滇池微生物解磷与聚磷作用的实验研究及磷的现代沉积与微生物成矿作用[J].吉林大学学报(地球科学版),2003,33(3):282-289.
- [9] 薛春纪,祁思敬,隗合明,等.基础矿床学[M].北京:地质出版社,2007,130-142.

Discovery and Geological Implication of the Upper Permian Sandstone (Shale)-Type Copper(Gold) Deposits in Chifeng, Inner Mongolia

DONGYE Mai-Xing¹, ZHU Xing-guo², GU Wei³, QI Cai-Ji¹, DAI Xiao-guang¹, JIAO Xue-tao¹

(1. Geological Institute of Chemical Minerals, Zhuozhou 072754, China;

2. Hongtai Mining Limited Liability Company in Xilingele, Inner Mongolia, Chifeng 024000, China;

3. Inner Mongolia Branch of Shangdong Geo-engineering Exploration Institute, Chifeng 024000, China)

Abstract: The Mantougou Copper(gold) deposit, hosted by the sandstone-shale of upper Permian Linxi formation, was explored from 2007 to 2010 in Baliyouqi. Research shows that it is a typical sandstone(shale)-type copper(gold) deposit. The structure of the deposit is simple. Linxi Formation is a south-east direction monoclinic structure. The thickness of Linxi Formation greater than 600 meters, it has been found that the ore-bearing strata thickness is about 214.7 meters, which contain eight ore-layers. The orebody shows stratified, stratoid and lenticular, and the ore minerals mainly is allotriomorphic-granular chalcopyrite and native gold, which all show a fine disseminated scattered sand shale, locally behold fine veins that formed after diagenesis. This formation generally contain pyrite. This discovery, which was first found in Inner Mongolia, not only guides the prospecting of mantougou deposit, but also have important theoretical significance and directive function in finding similar ore deposits in upper Permian.

Key words: Upper Permian; Mantougou copper(gold) deposit; sandstone(shale)-type copper deposit; Chifeng; Inner Mongolia