

地质与矿产

内蒙古赤峰地区馒头沟铜矿地质特征及成因研究

东野脉兴¹, 吴立新², 韩代成³, 陈国栋³, 张超³

(1. 中化地质矿山总局地质研究院, 河北 涿州 072750; 2. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 3. 山东省地质科学研究所, 山东 济南 250013)

摘要:馒头沟铜矿是近年来在内蒙古赤峰地区发现的一处砂(页)岩型铜矿, 在内蒙乃至北方属首次发现。该文在区域地质背景、矿区地质及矿化特征方面对该矿进行了初步的分析研究, 并讨论了其矿床类型、成矿物质来源及成因, 可进一步指导馒头沟矿床的勘查和认识, 且对内蒙古乃至北方晚二叠世寻找同类矿床具有一定的地质意义。

关键词:晚二叠世; 馒头沟铜矿; 砂(页)岩型铜矿; 地质特征; 内蒙古赤峰

中图分类号: P618.41

文献标识码: A

0 引言

铜矿研究一直是近年来有色金属矿产研究的焦点^[1-4]。作为一种重要的铜矿床类型, 砂页岩型铜矿床在20世纪30年代曾一度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%, 在中国占铜矿总储量的23%。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, 矿带内至少有8个储量在500万t以上的超大型铜床。全矿带铜的金属储量达1.7亿t, 矿石平均品位4%。

内蒙古巴林右旗馒头沟铜矿位于内蒙古赤峰市巴林右旗幸福之路苏木。初步研究发现, 馒头沟铜矿在成因上属于砂(页)岩型铜矿。由于二叠纪砂(页)岩型铜矿在内蒙古属于首次发现, 对此类矿床进行成因研究, 不仅对其勘查有指导意义, 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。

1 区域地质概况

在大地构造位置上, 馒头沟铜矿位于内蒙古中

部地槽褶皱系(Ⅱ)的东端, 属于苏右旗晚华力西地槽-褶皱带(Ⅱ₄)内哲斯-林西复向斜(Ⅱ₄¹)(图1)。

1.1 地层

区域地层主要为晚二叠世林西组, 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。其中, 以林西东北的官地剖面最具代表性。该组岩性比较单一, 主要由一套黑色板岩、粉砂岩、砂岩组成, 出露厚度为2 699 m^[5]。

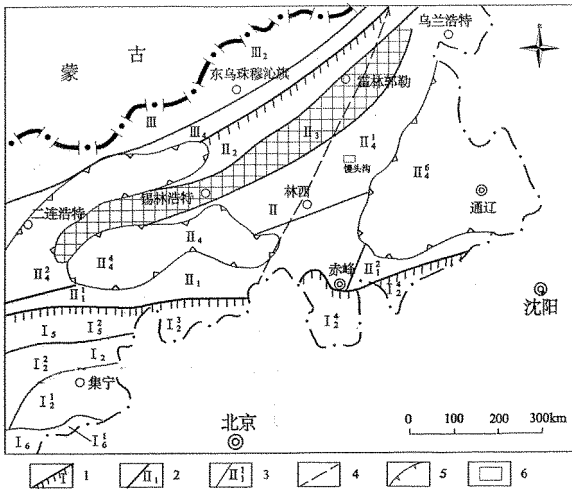
1.2 构造

区域上断裂和褶皱较为发育, 构造线总体走向以NE为主, 控制着该区的褶皱和断裂及地层的展布。区内西部发育一个较大的向斜褶皱, 褶皱核部为林西组地层, 其西北翼出露的地层依次为大石寨组和青凤山组, 东南翼都为林西组地层, 其他地层未见出露。东南翼多被燕山晚期的花岗斑岩侵入和被侏罗系及白垩系的火山岩覆盖。

该区西部多发育NE向、NNE东向断裂及NW向断裂, 张性断裂多为酸性脉岩侵入。NE向的褶皱和断裂大都发育在二叠纪地层中, 说明华夏系构造体系在古生代末期已基本形成。但是在侏罗、白垩纪地层中, 特别是在燕山晚期的花岗岩中, 走向NE的压性或压扭性的断裂也有发育, 这也是二叠纪地层中的华夏系断裂构造在白垩纪明显的复活迹

收稿日期: 2014-05-07; 修订日期: 2014-06-26; 编辑: 王秀元

作者简介: 东野脉兴(1937—), 男, 吉林德惠人, 研究员, 主要从事矿床学、沉积学和磷矿等的研究工作; E-mail: guwei2309@163.com



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;I—华北地
台;I₁—内蒙台隆;I₂—凉城断隆;I₃—冀北断陷;I₄—喀
喇沁断隆;I₅—狼山—白云鄂博台缘拗陷;I₆—白云鄂博断
束;I₇—山西台隆;I₈—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—多伦复背斜;II₄—散汉旗复
背斜;II₅—锡林浩特中间地块;II₆—苏尼特右旗晚华力西槽
褶皱带;II₇—哲斯—林西复向斜;II₈—二连拗陷;II₉—浑善达
克拗陷;II₁₀—开鲁拗陷;III—兴安地槽褶皱系;III₁—东乌珠穆
沁旗早华力西地槽褶皱带系;III₂—东乌珠穆沁旗晚华力西地
槽褶皱带系

图1 馒头沟大地构造位置图

象。EW向构造多发育在区域的西北部,为张性断裂,见有酸性小脉体侵入。

区域东部发育火山的环状构造,是火山活动的重要标志。环状构造延至勘查区的东北角。勘查区东部存在着火山口,围绕着火山口形成的火山盆地边部明显呈弧形展布。勘查区出露的林西组地层为火山盆地的基底,同时也是该区的重要的赋矿层位。勘查区NE向和NW向构造与火山环状构造复合部位是该区成矿的有利场所。

1.3 岩浆岩

岩浆岩出露面积约20 km²,时代主要为华力西晚期和燕山晚期。岩体轴向受EW向构造与华夏系构造控制,长轴为NE向,规模大者呈岩基状,小者呈岩株、岩枝及裂隙型小侵入体。华力西晚期侵入岩为闪长玢岩,只在区域东南角出露约0.25 km²。燕山晚期侵入岩主要发育于区域西南部,岩

体轴向既受新华夏系构造控制,又有沿新华夏系构造体系的断裂贯入,呈浅成侵入特征的酸性岩类黑云母花岗岩斑岩侵入。燕山运动末期仅以少量基性、中性及偏中性的煌斑岩,沿构造裂隙呈脉状产出。燕山晚期花岗岩斑岩与Au、Cu、Mo、Pb、Zn、Ag矿的形成关系密切。

区内发育的脉岩多为燕山晚期岩浆活动的产物,多呈NW向、NE向伸展,主要有石英斑岩脉、长石斑岩脉和花岗斑岩脉。

石英斑岩脉:主要分布于林西组地层中,呈NE向—NEE向脉状展布。岩石为淡青—灰色,斑状结构,块状构造。斑晶(20%)由石英和更长石组成,石英多为自形,少数已熔蚀,粒度0.5~1 mm;更长石已绢云母化。基质为微粒结构或显微嵌晶结构,由微粒或隐晶钾长石、石英、斜长石和绿泥石组成。

长石斑岩脉:分布于林西组及早侏罗世地层中,脉体走向15°~40°。在林西组地层中呈尖灭再现或反“多”字型排列;在早侏罗世地层中多为正“多”字型排列。岩石为浅灰黄色,斑状结构,块状构造。斑晶(20%~40%)由更长石、正长石或条纹长石组成,更长石绢云母化强烈。基质为显微嵌晶结构或球粒状结构,由钾长石、斜长石、石英及绿泥石组成。

花岗斑岩脉:主要分布于林西组地层中,而早侏罗世地层中较少见到。岩石为浅肉红色,斑状结构。斑晶(20%)主要为条纹长石、更长石及石英,均已蚀变。基质为微文象结构或微花岗岩结构,矿物成分与斑晶组分相同。在脉体的局部地段可见黄铁矿化、褐铁矿化和铅、锌矿化。

2 矿区地层及含矿岩系特征

2.1 地层

矿区出露的地层主要包括晚二叠世林西组轻微变质砂岩、粉砂岩、板岩,晚白垩世黑依哈达组流纹岩、凝灰岩以及第四系,全区80%面积为第四系和白垩纪火山岩覆盖,林西组地层主要出露在勘查区西南部。第四系与白垩纪火山岩厚度多为0~30 m,最厚达70 m。

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,难以测到较完整的地层剖面,为了更好地叙述

各地层特点,对 ZK1 岩心进行较为详细观察,并较系统地采集岩矿与化学分析样品进行测试,根据地层岩性、含矿性及沉积特点的不同,可以划分 31 个分层。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),由上到下大致合并为 5 个沉积旋回。

第 I 旋回:包括第 1 分层,该层为细碎屑岩层,属于旋回下部层。

第 II 旋回: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 旋回:包括第 11~13 上部分层,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 旋回:包括第 13 下部~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一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 旋回:包括第 17~31 共 14 个分层,从 257.29 m 到终孔 520.17 m,真厚度 214.7 m,该旋回为含铜岩系地层,从 0 号勘探线剖面看,各钻孔均未打穿含铜岩系地层(应该打深孔,打穿含铜岩系,方可全面查明含矿情况)。该旋回上部 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,目前发现含铜(金)层共 8 层,均产于该韵律层,为含铜岩系。

2.2 含铜岩系特征

2010 年野外工作验收时,曾估算 6 万 t 左右的资源储量。0 号勘探线剖面 ZK3, ZK4, ZK2 和 ZK1 4 个钻孔(图 2、表 1)。之所以不能完全真实反映矿的全貌,因为,第一,钻孔岩心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,检查取样后的岩心,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 2 个有代表性钻孔全孔取样,才能全面了解含矿性。

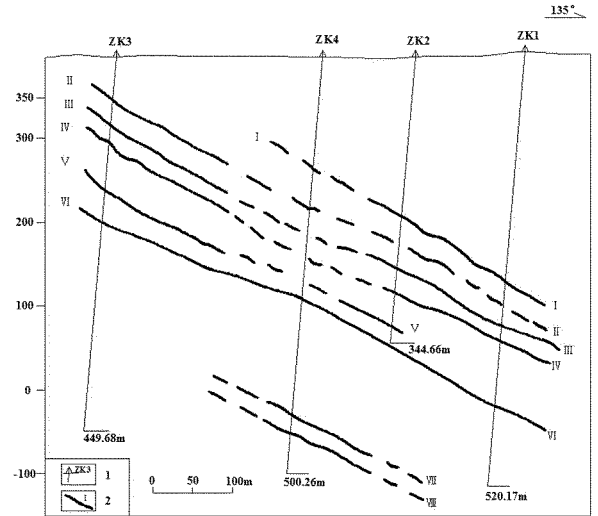


图 2 0 号勘探线剖面矿层对比图

从表 1 看,有 8 个矿层,但矿层连续性较差,分析原因有 2 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 2 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,矿层厚度 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,An 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。

3 铜矿矿床成因

前文所述,馒头沟铜矿的主要赋矿围岩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、似层状产出,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,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

表 1 钻孔所见矿层厚度及金属含量(Cu,Pb,Zn/%;Au g/t)

矿层	ZK ₃			ZK ₄			ZK ₂			ZK ₁		
	元素	含量	厚度/m	元素	含量	厚度/m	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						

不等,最厚 5.11 m,含铜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、辉铜矿、斑铜矿,也有孔雀石、铜兰等,金与铜伴生,少数单独成层

此外,偶伴有铅、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”^[6]。

在沉积型金属硫化物矿床研究中,矿石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。勒夫曾从苏格兰下石炭统油页岩中的黄铁球粒中成功地分离出了微生物化石,证明了黄铁矿显微球粒是微生物形成的。东野脉兴在我国南方晚震旦-早寒武世磷块岩中发现大量多种形态的磷质微生物化石,提出了磷块岩微生物成矿论,并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。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,H₂S 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 H₂S 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(钼磷)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,铜主要呈铜 SO₄ 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 H₂S 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。

在我国,此类赋存于沉积岩中的层状铜矿可根据容矿围岩的不同,分若干亚类^[2]: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、晚石炭世黄龙组与船山组灰岩及三叠纪青龙组灰岩之内。③类复理石建造型铜矿。该类铜矿以云南六直铜矿为代表,容矿围岩为浅色砂岩系、杂色砂岩系。说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。砂页岩型铜矿既有沉积同生的,也有成岩后生两种观点,例如曼斯菲尔德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。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,依其含铜岩系地层及原生沉积构造特点,当属沉积岩中的层状金属硫化物矿床。

4 结语

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的规模可

能不止已普查的1.2 km²范围,其外围同地层很可能有相关的含铜岩系,应沿走向及深部布置探矿工程,扩大找矿范围。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,况且埋深超过300 m,激电反映不明显甚至无反映,因此,不能仅限于物探异常范围内。另外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。

参考文献:

- [1] 刘安同,肖丙建,葛军. 蒙阴县丁家庄地区铜矿(化)地质特征及成矿条件探讨[J]. 山东国土资源, 2010, 26(4): 1-5.
- [2] 李土雄, 嵯传源, 刘莉莎. 大地构造相方法在铜矿预测中的应用——以山东五莲—诸城地区为例[J]. 山东国土资源, 2012, 28(5): 9-12.
- [3] 李国庭, 王海涛, 孔红杰, 郭忠义. 内蒙古克什克腾旗黄岗山锡铜矿激电测量方法应用分析[J]. 山东国土资源, 2012, 28(8): 45-48.
- [4] 王成国, 徐勇, 路春霞, 董辰, 张相峰, 管宏梓, 李宪强. 莱芜市丈八丘铜矿(化)地质特征及成矿条件探讨[J]. 山东国土资源, 2013, 29(10): 33-37.
- [5] 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: 197-198, 219-222.
- [6] 中国地质学会矿床专业委员会. 中国矿床[M]. 北京:地质出版社, 1994: 93-107.

Study on Geological Characteristics and Origin of Mantougou Copper Deposit in Chifeng Area of Inner Mongolia

DONGYE Maixing¹, WU Lixin², HAN Daicheng³, CHEN Guodong³, ZHANG Chao³

(1. Geological Research Institute of Geological Mine Bureau, Hebei Zhuozhou 072750, China; 2. Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China; 3. Shandong Institute of Geological Science, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Mantougou copper deposit is a sand rock type copper deposit found in Chifeng area of Inner Mongolia in recent years. It was first found in Inner Mongolia and the northern China. In this paper, regional geological background, geology and mineralization characteristics of this deposit has been studied primarily, and types, ore-forming material source and origin of this deposit have been discussed. It can be used to guide exploration and understanding of Mantougou deposit, and has the significance in searching some similar ore deposits in late Triassic strata in Inner Mongolia and northern China.

Key words: Late Triassic; Mantougou copper deposit; sand (page) rock type copper deposit; geological characteristics; Chifeng area in Inner Mongolia