

宁夏香山地区泥盆系砂(页)岩型铜矿 地质特征及找矿标志研究

李红宇, 郭合伟, 孙文坤

(宁夏有色金属地质勘查院, 宁夏 750200)

[摘要] 宁夏香山砂(页)岩型铜矿, 呈层状、似层状, 主要产于泥盆系上统老君山组第二岩段(D_3l^2)上部。铜矿物主要为孔雀石、蓝铜矿、辉铜矿、黄铜矿。铜矿石中伴生银。成矿部位为内陆湖盆边缘带, 成矿环境为强氧化向弱还原转变的地球化学环境。通过探讨砂(页)岩型铜矿的成矿环境特征, 提出了该区铜矿的找矿标志。该地区铜矿正在评价勘探, 外围找矿正在深入开展中。

[关键词] 砂岩铜矿 同生沉积 地质特征 找矿标志 香山 宁夏

[中图分类号] P534.44; P618.41 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2009)01-0013-05

香山位于宁夏中南部中卫市境内, 东西长约80km, 南北宽约45km, 面积约3600km²。目前在该区发现的铜矿(化)点约十余处, 较具规模的有腰岷子铜矿床, 属内陆湖盆沉积砂(页)岩型成矿类型。笔者在2003~2007年间在该区开展勘查工作的基础上, 对区域内砂(页)岩型铜矿地质特征及找矿标志作一些初步归纳, 提出一点粗浅的认识, 以供下一步找矿参考。

1 区域地质背景

1.1 地层

香山地区在地层区划上属于祁连地层区、河西走廊—六盘山地层分区、武威—中宁地层小区。主要出露地层自下而上为^[1]:

1) 奥陶系中—上统香山群($O_{2-3}X$): 由浅灰、灰绿色中厚层中细粒变质长石石英砂岩、千枚岩、绿泥绢云母板岩、泥灰岩、硅质岩组成。

~~~~~角度不整合~~~~~

2) 泥盆系上统老君山组( $D_3l$ )

第一段( $D_3l^1$ ): 由紫红色砾岩、砂砾岩、石英砂岩、长石石英砂岩及粉砂岩组成。

第二段( $D_3l^2$ ): 可分4层。

第一层( $D_3l^{2-1}$ ): 由砖红色、浅红色中厚—厚层状钙质长石石英砂岩、粉砂岩夹砂质泥岩组成。厚

度>110m。

第二层( $D_3l^{2-2}$ ): 下部为浅红色钙质, 铁质胶结的粉、细粒长石石英砂岩夹灰白色细粒长石石英砂岩, 其中灰白色、桔红色泥、钙质胶结的细粒长石石英砂岩中见铜矿化(腰岷子矿区北矿化带位于此层); 上部为灰白色块状中细粒钙质胶结的含铜砂岩(腰岷子矿区南矿化带、红佛寺矿体位于该层)。厚度>100m。

第三层( $D_3l^{2-3}$ ): 以浅灰色泥灰岩、深灰色碎屑灰岩及薄层状结晶灰岩为主。局部地段见铜的原生及次生矿化。该层在区域上分布不稳定, 往往呈透镜状。厚度>12m。

第四层( $D_3l^{2-4}$ ): 以灰绿色、紫红色薄层状粉砂岩、页岩为主。厚度>30m。

——平行不整合——

3) 石炭系下统前黑山组( $C_1q$ ): 为砂岩、页岩、灰岩互层, 局部夹薄煤层。

### 1.2 构造

区域所处大地构造位置为北祁连褶皱系—走廊过渡带之东端北缘山前凹陷带, 香山隆起与卫宁盆地的临界位置。香山隆起是以NW向狭窄下古生代(奥陶系中统香山群)褶皱基底构成主体, 北西濒临卫宁盆地<sup>①</sup>。

涉及该区的主要构造运动, 为祁连运动和燕山、喜山运动。祁连运动形成香山隆起和卫宁盆地。晚

[收稿日期] 2008-07-15; [修订日期] 2008-09-24。

[第一作者简介] 李红宇(1957年—), 男, 1983年毕业于西安矿业学院, 高级工程师, 现主要从事矿产资源勘查工作。

① 李红宇. 香山地区金属矿产区域背景分析. 银川: 宁夏有色金属地质勘查院. 2004, 12.

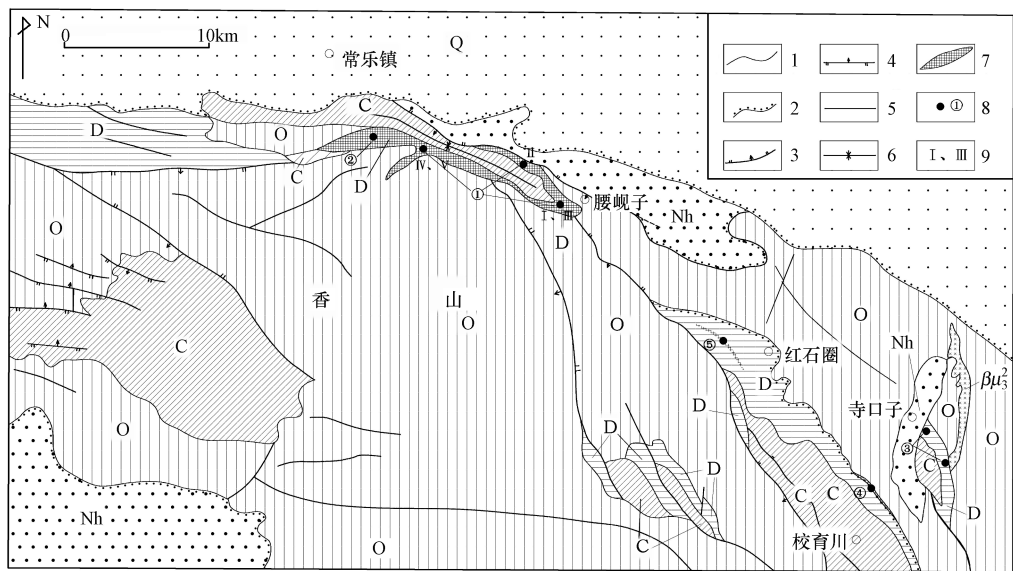


图1 宁夏中卫市香山地区区域地质略图

1—地质界线;2—不整合界线;3—正断层;4—逆断层;5—性质不明断层;6—褶皱;7—含铜砂岩;8—矿床、点;  
9—腰峁子矿区矿段编号;Q—第四系;Nh—新近系;C—石炭系;D—泥盆系;O—奥陶系; $\beta\mu_3^2$ —辉绿玢岩;  
①—腰峁子铜矿区;②—红佛寺铜矿点;③—狼嘴子铜矿区;④—干柳树铜矿点;⑤—拐门沟铜矿点

志留世末,整个祁连地槽的造山运动迫使其回返隆起褶皱成山,同时北祁连山前形成宽阔的山前拗陷带。中泥盆世后期,沿古祁连北坡发育着若干山间盆地,卫宁盆地是主要的沉降盆地之一,内中充填了山麓—河湖成因的红色碎屑岩建造。

燕山运动和喜山运动,对整个香山奥陶系基底及中、上泥盆统一石炭系沉积建造产生了强烈的破坏作用。断裂发育、构造复杂,致使目前所见到不同单元岩系的接触关系,几乎全为断层接触,大部分为高角度的逆冲断层和断裂,其走向与主构造线的方向一致,呈北西向。同时由于断裂构造破坏,使同生沉积形成的砂岩铜矿体碎裂成大小不一的块体<sup>②</sup>。

1.3 岩相古地1理

宁夏中西部地区在晚泥盆世为一内陆湖盆,称宁卫盆地。香山地区位于湖盆的南西缘。从香山腰峁子地区泥盆系上统老君山组( $D_3l$ )地层剖面可以看出,岩性在垂向上自下而上为:由紫红色铁钙质胶结的砾岩、砂砾岩、中粗粒砂岩( $D_3l^1$ )和砖红色、浅红色中厚—厚层状钙质长石石英砂岩、细砂岩( $D_3l^{2-1}$ )—灰白色含铜砂岩( $D_3l^{2-2}$ )—浅灰色泥灰岩( $D_3l^{2-3}$ )—灰绿色薄层状粉砂岩、页岩( $D_3l^{2-4}$ )。说明晚泥盆世沉积环境是由山麓—河流—浅湖相,处于强氧化—弱还原转变的地球化学环境,沉积物粒

序经历了由粗到细的过程,为一海进层序。岩性剖面在横向上变化与对比为:位于腰峁子矿区南东约31km处的狼嘴子矿区,上泥盆统地层中缺少灰岩沉积,为紫红色含砾砂岩、砂砾岩与灰白色砂岩、泥质粉砂岩、含炭质页岩互层。因此,横向上由南向北,岩石的沉积粒度由粗变细,说明狼嘴子矿区当时的沉积环境应为河床或河漫滩相;腰峁子矿区则接近于盆地中心,为河流边滩相到浅湖相。但总体来说,成矿一般处于湖盆的边缘带,边缘地形不一,水体深浅就不一,在同一时期,既有由氧化—还原环境下过渡的浅湖相(牛轭湖)化学成矿作用,也有在氧化环境下的纯陆相机械搬运成矿作用。而由氧化→还原环境对成矿最为有利。

1.4 铜矿床、点分布

香山地区砂(页)岩型铜矿含矿岩系主要为泥盆系上统老君山组第二段第二层( $D_3l^{2-2}$ )。其中分布范围(图1):腰峁子—红佛寺一带,长约15km,宽0.8~1.8km,分布有腰峁子、红佛寺铜矿床(点);红泉乡的红石圈—校育川一带,长约22km,宽约4km,分布有拐门沟、伊家湾、干柳树、喜雀梁铜、铜铅矿化点;在寺口子沟东测,长约6km、宽约2km,分布有狼嘴子等铜矿床(点)<sup>③</sup>。

区域内砂岩铜矿沉积矿化特征为:矿化范围广,

② 姚世齐,周家奇.宁夏中卫市腰峁子铜银矿区I、III号矿段补充详查地质报告.银川:宁夏有色金属地质勘查院.2005,8.  
③ 谷守江,马忠义.宁夏中卫市狼嘴子铜矿普查工作总结报告.银川:宁夏有色金属地质勘查院.2006,12.

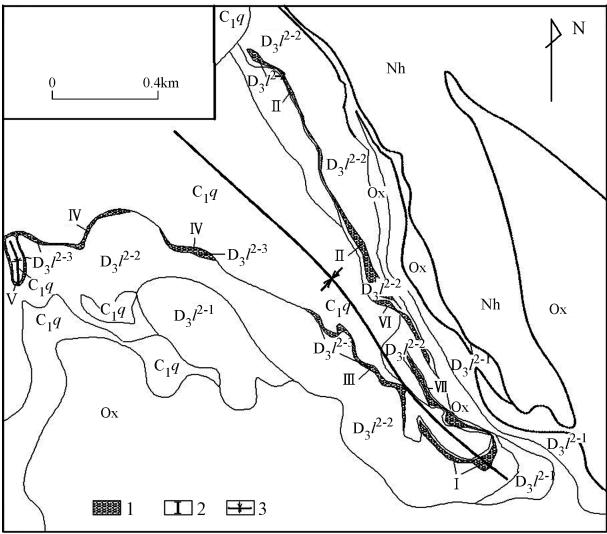


图2 宁夏中卫市腰峁子铜银矿区地质简图

Nh—新近系;C<sub>1</sub>q—下石炭统前黑山组;D<sub>3</sub>l<sup>2-3</sup>—上泥盆统老君山组第二岩段第三层;D<sub>3</sub>l<sup>2-2</sup>—上泥盆统老君山组第二岩段第二层;D<sub>3</sub>l<sup>2-1</sup>—上泥盆统老君山组第二岩段第一层;Ox—奥陶系香山群;1—Cu 矿体(矿化体);2—矿段编号;3—向斜

含矿岩系分布稳定,矿化层厚度变化大,矿(化)点多,矿体一般规模较小(走向延伸一般 100 ~ 300m 之间),以低品位的矿石为主。

2 铜矿地质特征

目前,区域内较具代表性的为腰峁子铜矿床(图 2)<sup>④</sup>。位于中卫市香山北麓,地理坐标为:东经 105°07'27" ~ 105°09'00",北纬 37°23'21" ~ 37°24'24",面积 3.20km<sup>2</sup>。

2.1 矿体规模、形态

矿床分南、北两个矿化带。南矿化带长约 2200m,分布有 I、III、IV、V 号铜矿段;北矿化带长约 1860m,分布有 II、VI、VII 号铜矿段。矿体及矿化体产状均受腰峁子倒转向斜控制。目前通过详查阶段工作,I 号铜矿段圈出工业矿体 8 个。矿体呈似层状、透镜状分布于矿化体中,矿体与矿化体间无明显界线,呈渐变关系(图 3)。I-1 矿体为矿区主要矿体,厚度最大达 18.53m,长约 302 m,延深大于 170m。III 号矿段圈出工业矿体 4 个,矿体呈似层状产出(见表 1)。通过普查阶段工作,II 矿段圈出工业铜矿体 5 个,IV 矿段圈出工业铜矿体 3 个,V 矿段圈出工业铜矿体 1 个。矿体长度一般为 91.78 ~

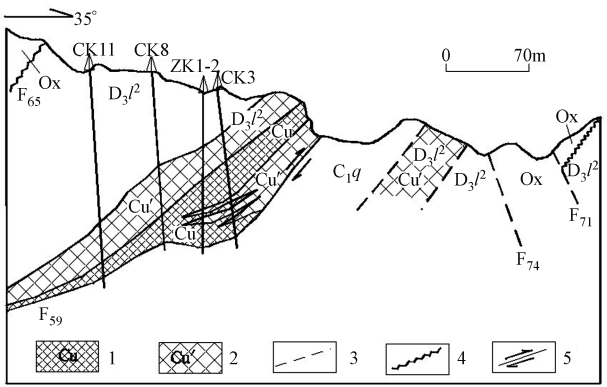


图3 腰峁子铜矿第 1 勘探线剖面图

C<sub>1</sub>q—石炭系前黑山组;D<sub>3</sub>l<sup>2</sup>—泥盆系老君山组二段;Ox—奥陶系香山群;1—铜矿体;2—铜矿化体;3—地层(地质体)界线;4—不整合界线;5—断层及编号

331.43 m,厚度一般为 1.73 ~ 3.68 m<sup>⑤</sup>。

地表氧化矿铜的含量一般在 0.35% ~ 0.90% 之间,圈出的工业矿体平均品位一般在 0.53% ~ 0.82% 之间。深部硫化矿铜的含量一般在 0.40% ~ 0.90% 之间,圈出的工业矿体平均品位一般在 0.65% ~ 0.80% 之间。铜矿石中伴生银含量一般在 10.72×10<sup>-6</sup> ~ 109.57×10<sup>-6</sup> 之间,最高 332.00×10<sup>-6</sup>。

2.2 矿物组成及结构、构造

矿石矿物组成主要为:蓝铜矿、孔雀石、黄铜矿、辉铜矿、黄铁矿和方铅矿。蓝铜矿在岩石中的分布一般呈三种形式,豆状(粒径 2 ~ 5mm)、斑点(片)状和被膜状。前者含铜较富,后两者沿岩石的节理、裂隙面分布,矿石含铜较贫。孔雀石一般呈浸染状、星散状分布。辉铜矿和黄铜矿一般呈细脉状、浸染状和团块状分布于砂岩中。脉石矿物组成主要为石英和长石,含量 55% ~ 85%;其次为白云母含量 5%;重矿物有磁铁矿、电气石、锆石、金红石和屑石,含量 <1%;胶结物主要为高岭石 0 ~ 10%,方解石 8% ~ 30%,水云母 <3%。

矿石的主要化学成份含量为:SiO<sub>2</sub> 85.82%、CaO 2.35%、MgO 1.36%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.25%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3.65%、K<sub>2</sub>O 0.28%、Na<sub>2</sub>O 0.037% 等。

矿石矿物中伴生有用组分:矿化元素总体上较单一,仅银分布较普遍,达到伴生元素指标要求,其它元素含量甚微(见表 2)。

矿石结构构造:矿石为细粒—不等粒他形粒状

④ 樊泰山,张志亮.宁夏中卫市腰峁子铜银矿区 IV、V 矿段(姊妹沟)普查报告.银川:宁夏有色金属地质勘查院.2006,12.

⑤ 郭合伟,樊泰山,张志亮,等.宁夏中卫市腰峁子铜银矿区 II 矿段地质普查工作总结.银川:宁夏有色金属地质勘查院.2007,12.

表 1 腰峴子铜银矿床 I、Ⅲ号矿段矿体特征一览表

| 矿段 | 矿体号 | 矿石类型 | 储量级别    | 所在勘探线       | 矿体最低标高/m | 矿体最高标高/m | 走向长度/m | 最大倾向延伸/m | 矿体倾向、倾角    | 矿体形态 |
|----|-----|------|---------|-------------|----------|----------|--------|----------|------------|------|
| I  | I-1 | Y、L  | 333、332 | 1、2、4 线     | 1516.29  | 1630.00  | 302.00 | 170.00   | SW∠30°~50° | 似层状  |
|    | I-2 | Y    | 333     | 3-1         | 1608.00  | 1632.00  | 33.78  | 20.00    | SW∠44°     | 透镜状  |
|    | I-3 | Y    | 333     | 1 线西-1 线东   | 1586.36  | 1636.88  | 68.84  | 20.00    | SW∠30°~50° | 透镜状  |
|    | I-4 | Y    | 333     | 1 线东        | 1568.00  | 1598.00  | 23.54  | 20.00    | SW∠30°     | 透镜状  |
|    | I-5 | Y    | 333     | 4 线西        | 1572.00  | 1624.00  | 48.90  | 20.00    | SSW∠40°    | 透镜状  |
|    | I-6 | Y    | 333     | 4 线西        | 1577.00  | 1618.00  | 18.44  | 20.00    | SSW∠40°    | 透镜状  |
|    | I-7 | Y    | 333     | 4 线西        | 1574.00  | 1613.00  | 26.12  | 20.00    | SSW∠40°    | 透镜状  |
|    | I-8 | Y、L  | 333、332 | 1、2、4 线     | 1476.21  | 1577.20  | 255.90 | 172.10   | SW∠20°~50° | 似层状  |
| Ⅲ  | Ⅲ-1 | Y    | 333     | 15 线西-15 线东 | 1668.1   | 1682.38  | 31.68  | 20.00    | SW∠40°     | 似层状  |
|    | Ⅲ-2 | Y    | 333     | 15 线西-15 线东 | 1618.83  | 1686.52  | 70.48  | 102.07   | SW∠40°     | 似层状  |
|    | Ⅲ-3 | Y    | 333、332 | 15、13、11 线  | 1649.68  | 1721.35  | 298.34 | 20.00    | SW∠30°~60° | 似层状  |
|    | Ⅲ-4 | Y    | 333     | 13 线        | 1688.25  | 1712.2   | 30.72  | 20.00    | SW∠69°     | 似层状  |

注：矿石类型中 Y 为氧化矿石，L 为硫化矿石。

表 2 矿床中伴生有用元素成果表

| 元素名称 | Au/10 <sup>-6</sup> | Pb/10 <sup>-2</sup> | Zn/10 <sup>-2</sup> | As/10 <sup>-2</sup> | Sb/10 <sup>-2</sup> | Bi/10 <sup>-6</sup> | Mo/10 <sup>-6</sup> | Co/10 <sup>-6</sup> | Ni/10 <sup>-6</sup> |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 含量   | 0.005               | 0.003               | 0.005               | 0.025               | 0.002               | 0.222               | 7.877               | 2.92                | 19.90               |

表 3 铜物相分析结果表

| 铜物相名称 | 自由氧化铜 | 结合氧化铜 | 硫酸铜   | 次生硫化铜 | 原生硫化铜 | 自然铜   | 累计    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 含量/%  | 0.76  | 0.07  | 0.006 | 0.005 | 0.000 | 0.018 | 0.859 |
| 占有率/% | 81.98 | 7.19  | 0.65  | 0.54  | 0.000 | 1.99  | 92.35 |

结构,层状、块状构造,呈现再生-孔隙式胶结。孔雀石单体呈细粒状,集合体为放射状,多与方解石细脉伴生。其次,局部可见辉铜矿呈他形晶,粒度较粗,大约 0.6mm×1.2mm,被孔雀石交代。而斑铜矿被辉铜矿包裹、交代呈残晶状。偶见黄铜矿,其周边被斑铜矿交代。矿物的生成顺序为:黄铁矿-(斑铜矿、黄铜矿、辉铜矿)-(黄铜矿、辉铜矿、蓝辉铜矿)-铜蓝(孔雀石、蓝铜矿)。铜矿化在含铜砂岩中分布极不均匀,氧化带常见豆状的兰铜矿和孔雀石有规律地密集组成球壳状和帚状构造。氧化矿石中铜的赋存状态见表 3。

2.3 矿石类型

矿石自然类型:分布在南矿化带的Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ号铜矿段及北矿化带的Ⅱ、Ⅵ、Ⅶ号铜矿段中的矿体,目前工程控制深度内均为氧化矿;I 号铜矿段中的矿体,自地表至 75m 深处为氧化矿,以下为硫化矿。

矿石工业类型:根据矿石有用组分的不同,划分矿床内矿石中主要有用组分为铜、银,银以伴生为主,局部为共生矿(已达到工业指标要求),因此,该

区矿石工业类型应为铜矿石及铜银矿石。

3 找矿标志

1) 地层控矿:泥盆系上统老君山组第二段(D<sub>3</sub>l<sup>2</sup>)为该区的含矿岩段。矿化一般产于该段的中、上部,有多个含矿层位(至少 6 层)。第二段第二层(D<sub>3</sub>l<sup>2-2</sup>)砂岩与第三层(D<sub>3</sub>l<sup>2-3</sup>)灰岩相变显著,这显示从强氧化环境过渡为弱还原环境,为成矿的最有利部位。

2) 砂岩铜矿的富集与岩相古地理的关系:晚泥盆世地层沉积时,香山地区在地形上显示了东高西低、南高北低的地势。河水由南、东方向流入湖盆。成矿古地理环境为卫宁盆地的边缘—河湖交替相和河流相,而河湖交替相有利于铜矿富集,河流、河漫滩相次之。

3) 砂岩铜矿的富集与沉积建造的关系:香山地区上泥盆统的沉积由下至上可分为三个沉积建造:磨拉石建造,以砾岩、砂砾岩为主,老君山组下段(D<sub>3</sub>l<sup>1</sup>)为此种建造,发育于中奥陶统绿色岩系古风

化壳上;红色建造,岩性以砖红色、浅灰色砂岩、粉砂岩为主,老君山组上段第一、二层( $D_3l^{2-1.2}$ )为此种建造;灰岩、泥(页)岩、含膏盐建造,老君山组上段第三、四层( $D_3l^{2-3.4}$ )为此种建造。铜矿一般富集在灰岩、膏盐层下部砂岩建造中。

4) 含铜泥质粉砂岩、页岩中一般都可见到植物叶片化石和炭质。矿化与炭质有关。

5) 砂岩铜矿的同生沉积和成岩富集作用:含铜砂岩沉积后,便进入了成岩阶段。在成岩压固作用下形成的成岩泥水(也含后期的地表渗流水)产生岩石的褪色,并带动铜物质在地下水侵蚀面附近二次富集。砂岩铜矿中铜矿物密集组成的壳球状构造

和帚状构造即由此形成。

6) 砂岩铜矿的红层组合:铜矿化一般产于紫红色层与浅色层交替出现的浅色层一侧,颜色越浅,矿化越好。在紫红色层与浅色层中,岩性没有明显改变。分选差,则矿化好。

7) 砂岩铜矿的物源:对这个问题目前还只作探讨。在盆地南、南东缘陆地蚀源区,有加里东期含铜基性岩脉(体)、奥陶系乃至西华山元古界地层中的铜矿(化)点存在。由此推测泥盆系砂岩铜矿的物源很可能来自蚀源区的古铜矿床(点)。

[参考文献]

[1] 潘江. 宁夏陆相泥盆系及其生物群. 地质出版社,1987.

Geological Features and Criteria for Ore Prospecting of Devonian Sandstone and Shale-hosted Copper Deposits in Xiangshan Area, Ningxia

LI Hong-yu, GUO He-wei , SUN Wen-kun  
(Ningxia Institute of Non-ferrous Metals Resources Geological Survey, Ningxia 750200)

**Abstract:**The sandstone copper of Xiang Mountain formed in the  $Dl^2$  of upper Devonian as a layered rock. Its minerals mainly are Malachite, Azurite, Chalcocite and Chalcopyrites, accompanying by some silver. The mineralizing position is in the side zone of an inland basin, where the geochemical environment is becoming from a strong oxidizing milieu to a reducing milieu. Through the discussion and researches on the geological features of the mineralizing environment of the sandstone copper, the ore-hunting indicators were put forward. The ore now is under exploration.

**Key words:**sandstone copper, contemporaneous sediment, geological feature, EXPLORATION indication, Xiang mountain, Ningxia