

文章编号: 1009-6248(2005)01-0047-08

# 北祁连天鹿砂岩铜矿床成矿特征

李金春, 刘伯崇, 丁书宏

(甘肃省地矿局第四地质矿产勘查院, 甘肃 酒泉 735009)

**摘 要:** 北祁连天鹿砂岩铜矿床产在北祁连造山带北部志留纪地层中, 矿层产于旱峡组灰绿色岩层底部或紫红色岩层的灰绿色夹层中, 具有稳定的层位特征。主矿体中原生矿石矿物具有明显的分带性, 为典型的沉积成因铜的硫化物排列组合特征。该矿床主要由晚志留世沉积成矿作用形成, 成矿环境为残留海盆, 在潮坪沉积环境向泻湖环境转变时形成工业矿体; 后期改造成矿作用微弱, 形成极少量的闪长斑岩型铜矿。

**关键词:** 北祁连山; 天鹿; 砂岩铜矿; 矿床特征  
**中图分类号:** P618.41 **文献标识码:** A

天鹿砂岩铜矿床位于甘肃省肃南裕固族自治县天涝池—鹿角沟之间。1996年由甘肃省地矿局酒泉地调队发现, 1997年~1998年对其进行普查评价, 近年国土资源大调查进一步扩大找矿, 已控制规模达中型。笔者仅论述该矿床成矿特征。

## 1 成矿地质背景

### 1.1 大地构造位置

天鹿铜矿位于北祁连加里东地槽褶皱带中西段妖魔山—肃南地背斜内向斜褶皱束之北翼, 北邻华北板块, 南接中祁连地块。

### 1.2 砂岩铜矿带特征

北祁连造山带在奥陶纪末发生碰撞造山<sup>[1]</sup>, 在造山带北部残留海盆中形成了一套浅海相碎屑岩沉积, 在上部紫红色碎屑岩与灰绿色碎屑岩之间出现含铜砂岩层。志留纪地层东起张掖民乐县南部, 西至酒泉西南红口子, 长约 400 km, 宽 3~5 km (图 1)。在东部大野口南有三把羊砂岩型铜矿点; 西部有红口子砂岩型铜矿点, 中部天鹿铜矿是目前志留纪含铜岩系

地层中具有代表性的砂岩型铜矿床。在志留系南侧分布奥陶系火山岩。其中, 火山岩型铜矿床、点星罗棋布。石居里 V 号沟铜锌矿床、VI 号沟铜矿床、VIII 号沟铜矿床、九个泉铜矿床为典型矿床。

### 1.3 含矿岩系特征

含矿层位属于志留系旱峡组 (图 2)。根据岩性及旋回特征可细分为 5 层。矿层主要分布在旱峡组上段 1、3、4 层, 即旱峡组灰绿色岩层的底部与紫红色铁质钙屑粉砂岩接触带附近。

#### 1.3.1 肮脏沟组上段 ( $Sa^3$ )

为细碎屑物与泥质沉积物相间产出, 泥质沉积物中掺杂有细碎屑物, 个别层含碳质及黄铁矿。细碎屑岩为中厚层状—厚层状, 发育水平纹层理, 个别层发育有交错层理; 为浅海陆棚环境, 局部具局限海环境特征。

#### 1.3.2 泉脑沟山组 ( $Sq$ )

灰-绿灰色岩层与薄层状紫红色岩层相间产出, 厚层状-块状, 紫红色岩层中发育波痕。属浅海海陆棚与滨海交替的沉积环境。

收稿日期: 2003-02-18; 修回日期: 2003-06-12

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目 (项目编号: 199910200242) 资助

作者简介: 李金春 (1954-), 男, 甘肃金塔人, 高级工程师, 主要从事地质资料二次开发研究, 找矿预测工作, 2004 年获全国五·一劳动奖章。

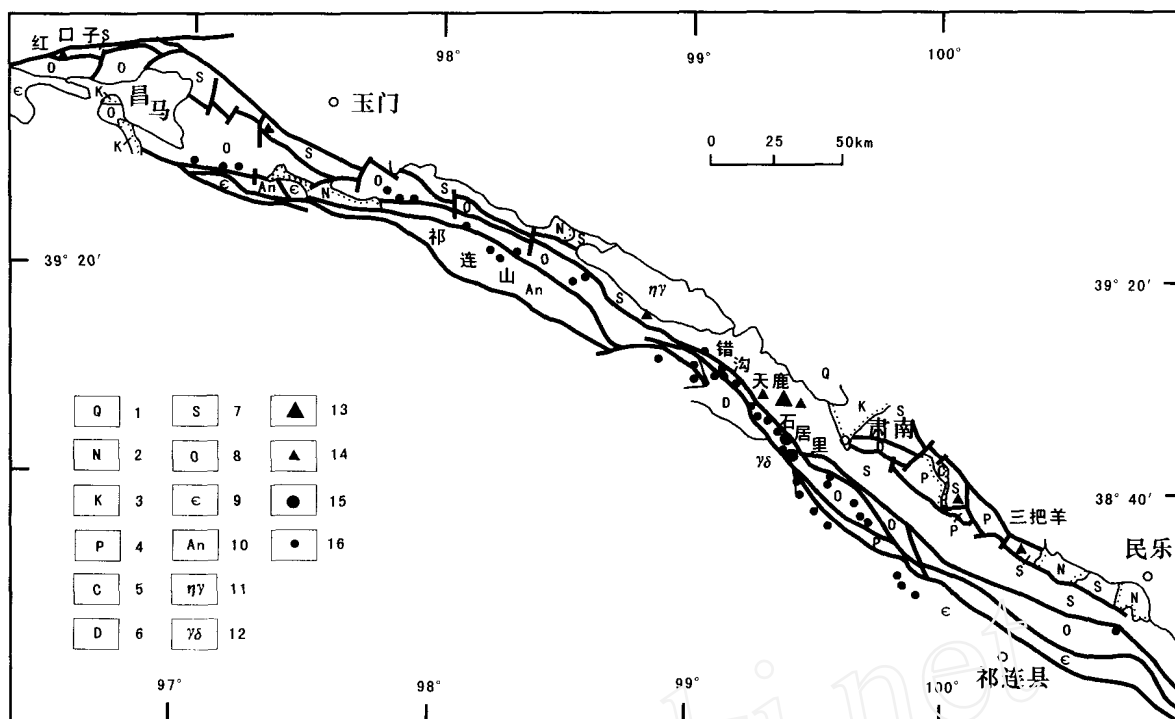


图1 红口子—三把羊一带区域地质矿产图

Fig. 1 The regional geological and mineral resources map from Hongkouzi to Sanbayang

1. 第四系; 2. 新近系; 3. 白垩系; 4. 二叠系; 5. 石炭系; 6. 泥盆系; 7. 志留系; 8. 奥陶系; 9. 寒武系; 10. 前寒武系; 11. 二长花岗岩; 12. 花岗闪长岩; 13. 砂岩铜矿床; 14. 砂岩铜矿点; 15. 火山岩铜矿床; 16. 火山岩铜矿点

### 1.3.3 早峡组 (Sh)

(1) 下段 ( $Sh^1$ ): 为紫红色岩层, 由下到上岩层由厚层状—块状渐变为薄层状, 顶部发育条带状构造; 碎屑粒度由粗到细变化 (均为粉砂级)。薄层状岩层中发育小型交错层理、波痕、泥裂。属滨海相沉积环境。

(2) 上段 ( $Sh^2$ ): 总体为细碎屑物, 泥质沉积物钙质沉积物的沉积组合, 属潮坪—局限海沉积环境。

第一层: 发育条带状构造, 碳酸盐中含有较多的粉屑状方解石。属还原环境的沉积建造, 属泻湖沉积环境。

第二层: 紫红色岩层多见泥裂、雨痕、波痕等。属氧化环境下的潮坪沉积。灰绿色岩层底部多见条纹状、波状、透镜状层理, 并且具弱的铜矿化, 多见黄铁矿。属还原环境的潮下带向泻湖变化的沉积环境, 总体上该段表现为潮坪—泻湖频繁交替的沉积环境。

第三层: 由下到上由厚层状渐变到薄层状, 中部发育平行纹层理, 间隔发育小型复杂交错层理, 并发育泥裂、波痕、雨痕、冲刷面等, 属氧化环境, 为

长期的较稳定的潮坪沉积环境。上部有灰绿色岩层, 灰绿色岩层底部为细碎屑物与泥质沉积物构成条带状层理, 并发育波状、透镜状层理, 向上发育碳酸盐沉积, 为较稳定的条带状层理; 灰绿色岩层底部发育本矿区主矿层Cu7, 属还原环境的沉积建造, 为泻湖的沉积环境。总体上该层代表一个完整的海进沉积旋回。随海水加深转变为还原环境的泻湖, 形成了矿区主矿层及其上的灰—灰绿色岩层。主矿层呈层状, 分布稳定。目前控制长度已达8 km, 厚0.3~3.46 m, 一般厚1~1.5 m。铜含量为0.2%~2.64%, 一般品位为0.5%~1.21%。矿石矿物以斑铜矿为主。

第四层: 与第二层相似, 为紫红色岩层与灰绿色岩层交替的泥质—细碎屑岩沉积建造, 发育碳酸盐层。其中, 紫红色岩层见到小型复杂交错层理, 波状、条带状、条纹状层理, 水平纹层理, 波痕、泥裂等, 属潮坪沉积环境。灰绿色—灰色岩层底部发育波状、透镜状层理, 具弱的铜矿化, 中上部发育较为稳定的条带状层理。总体上, 为潮坪—局限海频

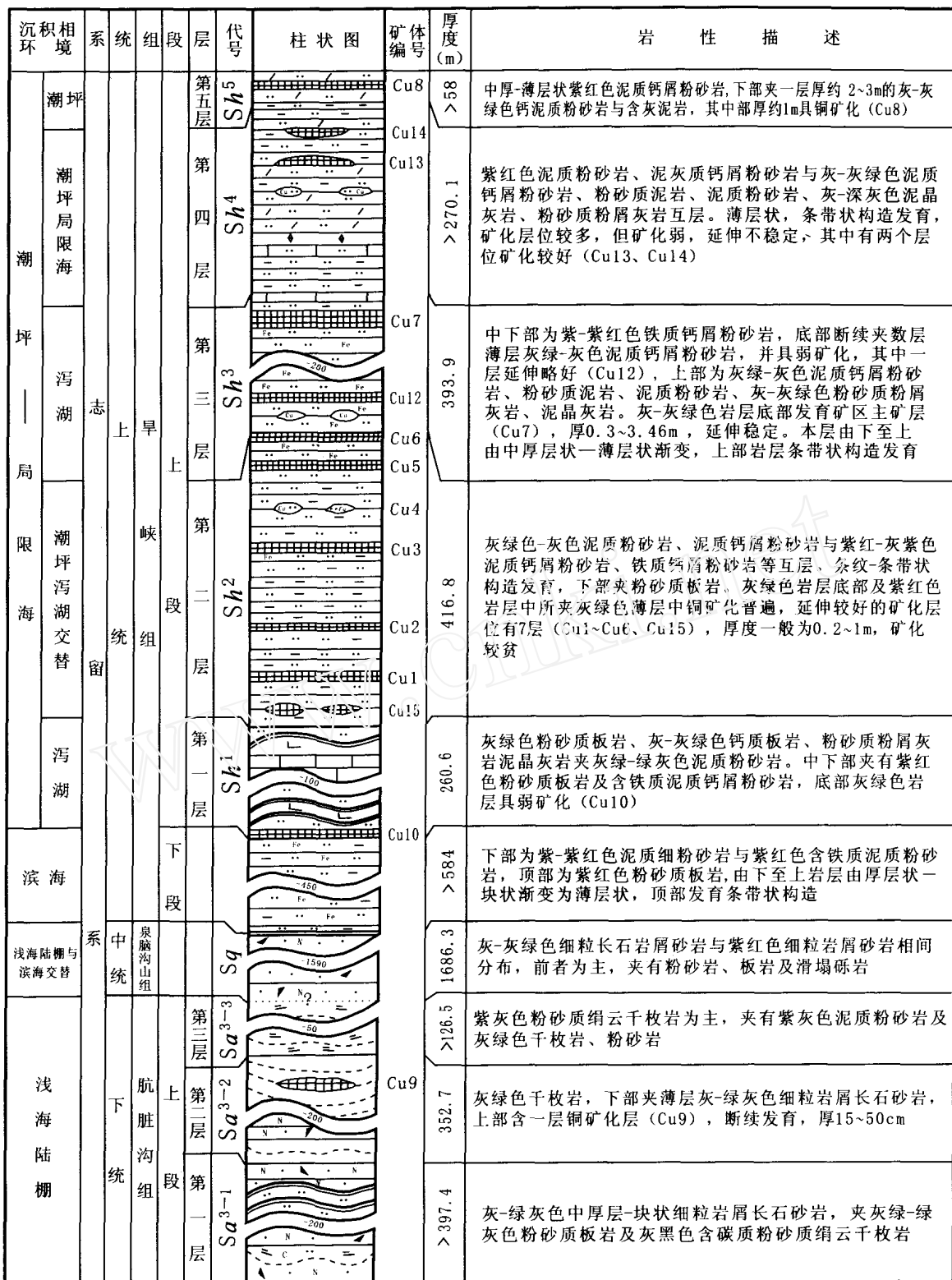


图 2 天鹿铜矿区志留纪地层柱状图

Fig. 2 The stratigraphic column of Silurian in the Tianlu copper deposit

繁交替的沉积环境。

第五层：为紫红色细碎屑岩沉积建造，夹有灰绿色细碎屑岩与泥岩沉积。局部发育条带状、纹层状层理构造及细小交错层理，薄—中厚层状构造。为潮坪沉积环境，间有短暂的潮下带还原环境。

### 1.4 含铜闪长岩脉特征

含铜闪长岩脉分布于天鹿铜矿矿区北部边缘水洞沟分岔沟一带，长800~1400m，宽10~50m，侵入于早峡组下段，走向北西-南东向，与地层走向一致，多为顺层侵入。岩石为灰-灰绿色，局部地段蚀变为褐黄色，脉体边部中部岩石结构呈现细粒结构半自形粒状结构似斑状结构的变化趋势；成分也显示不均一的现象，边部略显酸性，为

石英闪长岩，岩石中含6%~15%的石英。岩石主要成分为斜长石(66%~79%)、角闪石(20%~35%)，含少量石英，副矿物有磷灰石、锆石、磁铁矿、榍石等。岩石蚀变强烈，角闪石完全被大量的绿泥石、少量碳酸盐、绿帘石、铁质、阳起石等所取代。

闪长岩脉内、外接触带及岩脉内部具铜矿化(Cu11)。

## 2 矿床特征

矿区矿(化)带分布在长约8km，宽约2.5km的范围内。主要矿体则集中于宽约800~1000m的范围内，呈北西-南东展布(图3)。

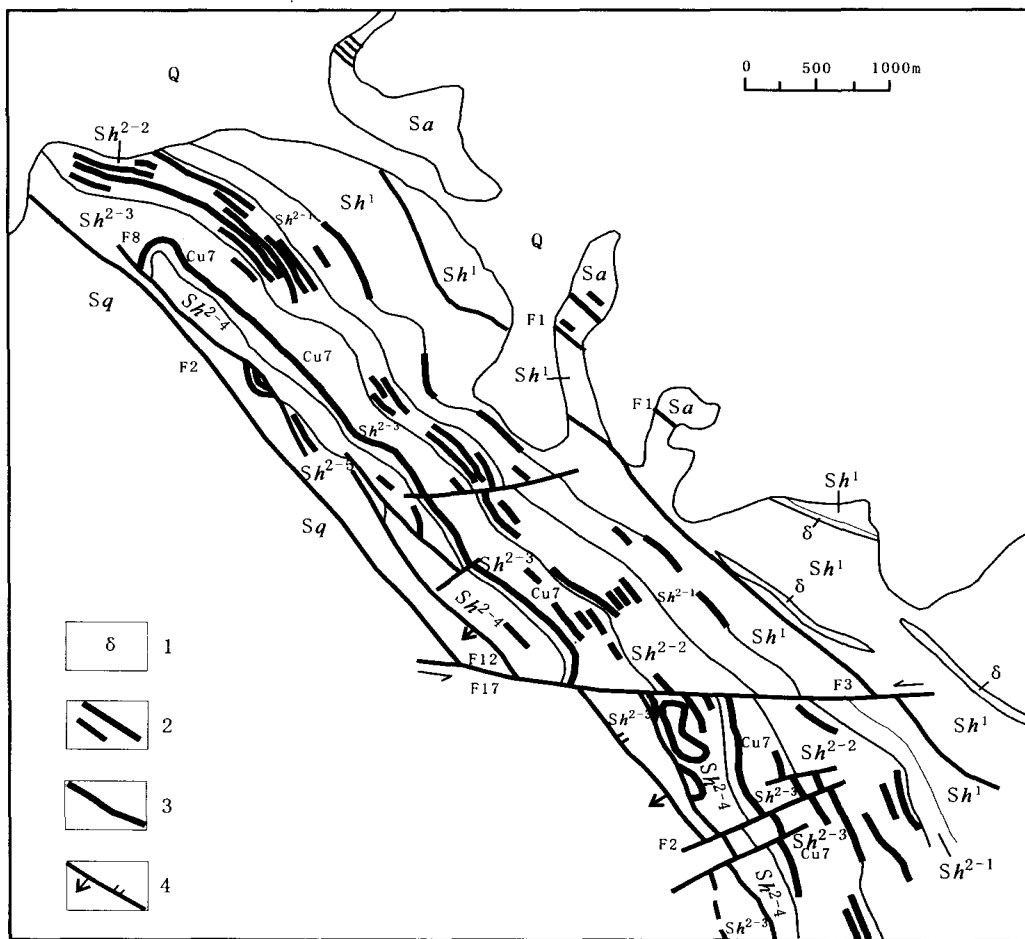


图3 天鹿铜矿区地质略图  
(据甘肃省地矿局酒泉地调队资料汇编)

Fig.3 The geological sketch of Tianlu ore district

Q-第四系; Sh<sup>2-5</sup>-早峡组上段第五层; Sh<sup>2-4</sup>-早峡组上段第四层; Sh<sup>2-3</sup>-早峡组上段第三层; Sh<sup>2-2</sup>-早峡组上段第二层; Sh<sup>2-1</sup>-早峡组上段第一层; Sh<sup>1</sup>-早峡组下段; Sq-泉脑沟山组; Sa-肮脏沟组; 1. 闪长岩脉; 2. 铜矿(化)体(层); 3. 主铜矿层; 4. 断层

表 1 天鹿铜矿矿体特征一览表

Tab. 1 Ore bodies characteristics of Tianlu copper deposit

矿体编号	矿体形态	矿体产状	矿体规模		平均品位 (%)	围岩特征	赋存状态	层位
			长度 (m)	厚度 (m)				
Cu-1	层状	220° 50°	220	0.45	0.29	含矿围岩为灰绿色粉砂岩、粉砂质泥岩, 顶底板围岩均为紫红色粉砂岩	顺层	Sh <sup>2-2</sup>
Cu-2		240° 55°	200	0.4	0.25			
Cu-3		230° 70°	200	0.94	0.2			
Cu-2	层状	245° 60°	矿化层			含矿围岩及顶板围岩均为灰绿色泥质钙屑粉砂岩、粉砂质泥岩, 底板为紫红色泥质钙屑粉砂岩	顺层	Sh <sup>2-2</sup>
Cu-3	层状	220° ~ 240° 55° ~ 63°	矿化层			含矿围岩为绿灰色泥质钙屑粉砂岩, 顶底板围岩均为紫红色泥质钙屑粉砂岩	顺层	Sh <sup>2-2</sup>
Cu-4	层状	210° 67°	185	1.73	0.23	含矿围岩为灰-绿灰色钙屑粉砂岩、顶板围岩为绿灰-灰绿色泥质钙屑粉砂岩、粉砂质泥岩, 底板围岩为紫红色铁质钙屑粉砂岩	顺层	Sh <sup>2-2</sup>
Cu5-1	层状	235° 75°	200	0.92	0.21	含矿围岩为灰绿色泥质钙屑粉砂岩、粉砂质泥岩, 顶底板围岩均为紫红色铁质钙屑粉砂岩	顺层	Sh <sup>2-2</sup>
Cu5-2		215° ~ 225° 70° ~ 74°	610	0.8	0.22			
Cu6	层状	235° 50°	矿化层			含矿围岩及顶板围岩均为灰绿色泥质钙屑粉砂岩、粉砂质泥岩, 底板为紫红色钙屑粉砂岩	顺层	Sh <sup>2-2</sup>
Cu7	层状	210° ~ 265° 40° ~ 60°	6130	0.3~ 3.46	0.84	含矿围岩主要为灰绿-绿灰色泥质钙屑粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、粉砂质粉屑灰岩、泥晶灰岩, 顶板围岩与含矿围岩相同, 底板围岩为紫红色铁质钙屑粉砂岩	顺层	Sh <sup>2-2</sup>
Cu8-1	层状	50° ~ 55° 40° ~ 65°	165	0.45~ 1.23	0.54	含矿围岩及顶板围岩均为灰绿色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩, 底板围岩为紫红色泥灰质钙屑粉砂岩	顺层	Sh <sup>2-2</sup>
Cu8-2		225° 43°	50	0.68	0.2			
Cu8-3		225° ~ 232° 40° ~ 43°	145	0.26~ 0.48	0.21			
Cu9	层状	210° 65°	矿化层			含矿围岩顶底板围岩均为灰绿色千枚岩	顺层	Sa <sup>3-2</sup>
Cu10	层状	215° 53°	矿化层			含矿围岩及顶板围岩均为灰绿色粉砂质板岩, 底板围岩为紫红色粉砂岩	顺层	Sh <sup>2-1</sup>
Cu11-1	脉状	45° ~ 55° 65°	116	1.81	1.21	含矿围岩及顶板围岩均为灰绿-绿灰色闪长岩, 底板围岩为紫红色粉砂岩	内接触带	
Cu11-2	透镜状	50° 60°	232	7.62~ 9.82	0.55	含矿围岩及顶板围岩均为灰绿-绿灰色闪长岩, 顶板围岩为紫红色粉砂岩	脉岩内部	
Cu11-3	脉状	30° 60°	98	0.65	1.14	含矿围岩及顶板围岩均为紫红色粉砂岩	外接触带	Sh <sup>1</sup>
Cu11-4	脉状	30° 55°	145	1.77	0.85	含矿围岩为灰绿-绿灰色闪长岩、紫红色砂岩, 顶板围岩为紫红色粉砂岩	内外接触带	Sh <sup>1</sup>
Cu11-5	脉状	40° 60°	206	0.68	0.28	含矿围岩及顶板围岩均为紫红色粉砂岩, 底板围岩为紫红色砂岩	外接触带	
Cu12-1	层状	220° 53°	200	0.16	0.61	含矿围岩为灰绿-绿灰色泥质钙屑粉砂岩、顶底板围岩均为紫红色铁质钙屑粉砂岩	顺层	Sh <sup>2-3</sup>
Cu12-2		235° 57° ~ 65°	408	0.42~ 0.45	0.37			
Cu13	层状	250° 55°	矿化层			含矿围岩及顶板围岩为灰-灰绿色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩及粉砂质粉屑灰岩, 底板围岩为紫红色泥质粉砂岩、泥灰质钙屑粉砂岩	顺层	Sh <sup>2-4</sup>
Cu14		80° 58°	200	0.37	0.28			
Cu15-1	层状	225° 60°	200	0.43	0.25	含矿围岩为灰绿-绿灰色泥质粉砂岩、泥质钙屑粉砂岩、粉砂质泥岩、铁质钙屑粉砂岩	顺层	Sh <sup>2-2</sup>
Cu15-2		250° 65°	200	0.85	0.23			

## 2.1 矿体特征

除Cu11为脉岩型透镜状、脉状矿体外,其余均为层状矿体,产状与地层一致,且均与灰绿色岩石有关。共评价铜矿体20个,圈定矿(化)层15个。矿体规模差别较大,地表延伸最长达1700m,最短仅50m。矿体厚度0.16~3.46m,矿石品位Cu0.2%~2.64%。矿体主要特征见表1。

## 2.2 矿石特征

### 2.2.1 矿石类型

矿区矿石主要工业类型为条带状浸染矿石及细脉浸染状矿石;按含矿主岩的岩性可划分为粉砂岩型矿石和闪长岩型矿石两种主要类型;按矿物组合特征又分别可以划分矿石自然类型。

(1) 粉砂岩型铜矿石: 矿区所有沉积型矿石均可归入此类型。按矿石矿物组合特征可以划分为6个自然类型: 这6个自然类型在主矿层中由下至上纵向上依次为: 斑铜矿矿石、黄铜矿斑铜矿矿石、锌黝铜矿矿石、黄铜矿矿石、硫铜银矿矿石、黄铁矿黄铜矿矿石。这6个自然类型在主矿层中呈渐变关系,无截然界线,不一定全部出现,但一般至少出现分别以斑铜矿、黄铜矿为主要矿石矿物的两种矿石类型。

(2) 闪长岩型铜矿石: 闪长岩脉型铜矿石中已知的矿物有21种。其中,脉石矿物12种,矿石矿物9种,绝大部分为内生矿物,仅少量为表生矿物,内生矿物中有岩浆矿物及热液矿物。

### 2.2.2 矿石组构

(1) 矿物组合: 天鹿铜矿矿石类型主要为斑铜

矿矿石,其次为泥质钙屑粉砂岩型铜矿矿石和泥质粉砂岩型斑铜矿矿石。矿石中脉石矿物含量占91%~95%,主要由粉砂屑石英、长石、钙岩屑、白云母、电气石及泥质组成。其中,斜长石含量占30%~45%,石英10%~25%,钙岩屑15%~45%,白云母小于3%,电气石少量,泥质、胶结物8%~15%。矿石中金属矿物含量占5%~9%左右,以斑铜矿为主,其次为黄铜矿,还有微量的锌黝铜矿、硫铜银矿、含银斑铜矿、辉铜矿、铜蓝、孔雀石等。

(2) 矿石结构构造: 岩石及矿石的光片上可见明显的层理,由粉砂质与泥质组成的脉石成分呈逐渐过渡关系。金属矿物基本上均沿着层理方向形成各种粒度和形态不同的浸染状构造及脉状、斑点团块构造等。

### 2.2.3 矿石化学特征

(1) 主要成矿元素: 矿区矿石的主要成矿元素为Cu。在粉砂岩型铜矿石中Cu含量较稳定,Cu0.30%~3.66%,一般品位Cu0.20%~1.14%,平均品位Cu0.37%;闪长岩型铜矿石中铜含量Cu0.2%~2.21%,一般品位在Cu0.22%~1.66%,平均品位Cu0.87%。

(2) 伴生元素: 由表2可见,矿石中有益组分Au、Ag、Mo3元素明显富集,Au $0.10 \times 10^{-6}$ ~ $0.20 \times 10^{-6}$ ,Ag $14.2 \times 10^{-6}$ ~ $33.0 \times 10^{-6}$ ,Mo $1.7 \times 10^{-6}$ ~ $100 \times 10^{-6}$ 。其中,Au、Ag两元素均已求得伴生资源量。

有害组分MgO仅在粉砂岩型铜矿石中含量偏高,为5.17%~6.13%(表3)。

表2 矿石微量元素含量(单位 $1 \times 10^{-6}$ )

Tab.2 Ore microelement content (unit:  $1 \times 10^{-6}$ )

矿体编号	矿石名称	样品数量	Pb	Zn	Ag	Mo	Co	As	Sb	Ga	Ge	Ti	Mn	Ba	Sr	Zr	V	Ni	Au
Cu7	粉砂岩型铜矿石	64	32.9	124.4	14.2	60~100	18.2	16.0	8.9	30.8	1.14	1250	148.3	309.1	237.5	42.5	138.3	81.7	0.1~0.2
Cu7	闪长岩型铜矿石	6	40.4	116.0	33.0	1.7	21.0	15.0	10.0			1300	100.0	250.0	250.0	40.0	210.0	23.4	0.1

## 3 成矿环境与成矿作用

### 3.1 成矿环境讨论

(1) 奥陶纪洋盆活动大陆边缘发育阶段<sup>[2]</sup>形成的火山岩及火山岩型铜矿床,经剥蚀搬运在志留纪

挤压洋盆闭合初造山阶段沉积形成砂岩铜矿床。

(2) 根据岩性岩相分析,结合粒度曲线特征确定志留纪旱峡组上部为前滨(混合坪),下部为近滨(砂坪),泉脑沟山组为浅海陆棚-浅海斜坡沉积环境<sup>[3]</sup>。

表 3 天鹿铜矿矿石化学成分

Tab. 3 Ore chemical composition of Tianlu copper deposit

样品编号	矿石名称	分析结果 (%)													矿石品位 (Cu/%)	
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	SO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>		总计
XKQ-1	斑铜矿矿石	59.81	12.74	0.65	4.05	5.55	1.39	4.42	2.40	1.45	0.13	0.12	0.35	3.92	100.83	0.32
XKQ-2	斑铜矿矿石	57.34	13.21	0.65	4.95	6.09	0.90	4.64	2.45	1.45	0.13	0.13	1.20	4.86	101.08	1.18
XKQ-3	黄铁矿、黄铜矿矿石	57.92	12.77	0.71	5.70	5.17	1.21	4.12	2.25	1.60	0.13	0.14	1.32	4.92	100.97	0.40
XKQ-4	混合矿石*	58.66	12.86	0.67	4.65	6.31	0.86	4.46	2.25	1.65	0.13	0.14	0.59	3.92	100.46	1.18
XKQ-5	闪长岩铜矿石	53.15	17.20	1.11	4.13	4.26	2.16	4.22	1.08	5.40	0.30	0.10	0.19	3.80	99.72	0.59
XKQ-6	闪长岩铜矿石	53.56	17.78	1.05	3.08	4.90	3.66	3.78	0.63	5.70	0.30	0.09	0.37	2.92	99.34	1.22
XKQ-7	铜矿化闪长岩	52.66	17.83	1.18	4.43	4.47	1.84	4.72	1.05	5.60	0.30	0.11	0.15	2.92	99.26	0.55

注: \* 指辉铜矿矿石、斑铜矿矿石、黄铁矿、黄铜矿矿石之混合矿石; XKQ-1~4 为粉砂岩铜矿石

(3) 铜矿化严格受地层层位控制, 矿体赋存于志留系早峡组中, 并以红层为主红绿交替的陆源碎屑岩建造, 含有部分内源碳酸盐成分。矿层产于早峡组灰绿色岩层底部或紫红色岩层的灰绿色夹层中, 具有稳定的层位特征。灰绿色岩层底部多具铜矿(化)层, 工业矿体产于上段第三层。

(4) 矿体中原生的矿石矿物均为硫化物, 并具有明显的分带性, 矿物的生成顺序自下而上为辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿、黄铁矿, 为典型的沉积成因铜的硫化物排列组合特征。矿物随沉积环境还原程度的增加依次沉积。

(5) 沉积岩及矿化层中微量元素分布特征表明, 沉积物及成矿物古陆壳风化剥蚀来源, 沉积期已经有初步富集, 沉积物淋滤迁移是热液改造成矿的直接物质来源。

### 3.2 成矿作用讨论

(1) 沉积成矿作用: 据杨合群(2002年)等人的研究和有关资料分析推断<sup>[4]</sup>, 九个泉铜矿床近热液喷口位置的矿体可能被剥蚀掉, 后经铜、硫等矿质迁移到残余海盆, 形成砂岩铜矿。

另据矿物间的共生关系, 即原生沉积成矿期矿物生成顺序可以看出, 该期属还原环境的沉积建造。总体上该层所代表的地质时期为一个完整的海进沉积旋回, 在经历较长时期而且稳定的潮坪沉积环境沉积了较厚的紫红色岩层后, 随海水加深转变为还原环境的泻湖, 形成了矿区工业矿层及其以上的灰—灰绿色岩层。

(2) 改造成矿作用: 后期热液成矿期与表生成矿期只对矿床起到微弱的改造作用, 矿物生成顺序

为黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿、铜蓝、孔雀石、蓝铜矿、褐铁矿。

在闪长岩脉侵入的过程中, 在岩脉与砂岩铜矿层内外接触带形成闪长岩型铜矿。

## 4 结论

笔者论述北祁连山天鹿砂岩铜矿床成矿特征, 主要获得如下认识:

(1) 成矿环境为志留纪残留海盆, 含矿层位为志留系上统早峡组;

(2) 天鹿铜矿除 Cu11 号矿体脉岩型透镜状、脉状矿体外, 其余均为层状矿体, 产状与地层产状一致, 含矿层与灰绿色岩层有关。其中, Cu7 为矿区最重要的工业矿体, 长 6130 m, 厚 0.3 m~3.46 m。矿石工业类型为条带状浸染状矿石及细脉状浸染状矿石。

(3) 该矿床主要由晚志留世沉积成矿作用形成, 闪长岩脉侵入有关晚期改造成矿作用在局部产生富矿。

致谢: 高级工程师徐卫东, 王伟对本文英文摘要进行了翻译, 特此致谢。

## 参考文献:

- [1] 贾群子, 杨钟堂, 肖朝阳, 等. 祁连成矿带成矿区划和找矿潜力 [J]. 西北地质, 2002, (4): 86-100.
- [2] 张瑞林, 赵江天, 申少宁. 北祁连早古生代海相沉积相及地质找矿 [M]. 北京: 地质出版社, 1997.

- [3] 龚全胜. 长沟寺、白泉门幅 1:5 万区域地调查报告 [R]. 1997. 铜矿特征、成矿作用及找矿标志 [J]. 西北地质, 2002, (4): 65-85.
- [4] 杨合群, 宋忠宝, 王兴安, 等. 北祁连中西段塞浦路斯

## Metallogenic characteristics of sandstone-type copper deposit of Tianlu, North Qilian mountains

LI Jin-chun, LIU Bo-chong, DING Shu-hong

(No. 4 Geology and Mineral Exploration Team, Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration Development, Jiuquan 735000, China)

**Abstract:** The Tianlu sandstone copper deposits located in the Silurian period stratum that belong to the northern part of north Qilian orogenic belt. The ore bed is hosted in the basal gray green layer of Hanxia Group or the graygreen interbed in the purplish layer. The mainly orebody is typical arrangement assemblage feature of sulphide of sediment orogenic copper ore because primary mineral has obviously zonation. The deposits is formed by deposit mineralizing precessing in Late Silurian Epoch, The ore-forming environment is relict seabasin. The industrial orebody is formed in conversion processing from tidal flat environment to lagoon environment. The reform mineralizing process is faint and yield a few diorite-porphry copper ore in later period.

**Key words:** North Qilian mountains; Tianlu; sandstone-type copper deposit; deposit characteristics