## 云南宁蒗地区铜厂河铜矿构造控矿规律研究

郭文平<sup>1</sup>, 胡受权<sup>1</sup>, 徐旃章<sup>2</sup>, 张寿庭<sup>2</sup> (1. 中山大学地球科学系, 广东广州 510275; 2. 成都理工学院地质学系, 四川成都 610059)

摘 要: 宁蒗地区铜厂河铜矿主干控矿构造为 SN 向断裂体系,起着导矿、配矿、容矿的作用。矿 区 NWW 向 F1 断裂为阻矿构造,铜矿化均产于其下盘(南盘); NE 向 F2, F3 断裂将本区分成三个 不同矿化特征的矿段,其东、中矿段是寻找隐伏---半隐伏铜矿体的有利地段。由于构造活动的多期 次和构造形变的分带性,矿区铜矿具显著的成矿多期、多阶段性和矿化体水平---垂直分带性规律。 关键词: 宁蒗地区;铜矿;控矿构造;成矿阶段;矿体空间分带;云南省 中图分类号: P612; P618.41 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2001) 03-0155-06

## 1 矿区构造特征

铜厂河铜矿位于宁蒗彝族自治县县城 142 方向 约 4.5 km 的铜厂河村北侧, 矿区出露地层主要为上 古生界泥盆系、二叠系和中生界三叠系。本区铜矿的 矿源层和赋矿层位为上二叠统玄武岩系, 它可分为 2 个组、4 个喷发旋回。上组为黑泥哨组, 由一个喷发旋 回组成(P<sub>2</sub>h), 属滨海相—沼泽相沉积, w (Cu) = 100 × 10<sup>-6</sup> ~ 1 000 × 10<sup>-6</sup>, 区域铜矿赋矿机率 55%。下 组为玄武岩组, 由 3 个喷发旋回组成 (P<sub>2</sub> $\beta^3$ , P<sub>2</sub> $\beta^2$ , P<sub>2</sub> $\beta^1$ ), 常有较稳定的灰岩夹层和枕状构造, 表明具 海底喷发性质。其中, P<sub>2</sub> $\beta^2$ 旋回w (Cu) = 20×10<sup>-6</sup> ~ 400×10<sup>-6</sup>, 区域铜矿赋矿机率 30%。

铜厂河矿区构造复杂,以断裂变形为主,不同方向、不同级别的断裂构造对铜矿成矿起着不同的控制作用,控制着矿液的上升运移、充填富集与空间分布(图1)。

1.1 EW 向断裂构造

EW 向断裂构造属成矿前构造,多被其他方向 的断裂所切割。成矿前该方向断裂示压性特征,成矿 期活动不明显,仅在与成矿期强烈活动的 SN 向构 造的交接复合部位,显示以张性为主兼具扭性的力 学性质,形成一系列与 SN 向构造密切相伴的、远离 之则矿体逐趋尖灭的透镜状含铜矿化蚀变体或铜矿 体。因此, EW 向矿体连续性相对较差, 规模亦较小。 1.2 NE 向、NW 向断裂构造

NE 向、NW 向断裂构造在矿区较为发育, 属成 矿前构造。成矿期由于主干 SN 向控矿构造的明显 活动, 导致了 NE 向、NW 向断裂构造的再活动, 在 其复合部位尤为显著, 并控制着 NE 向、NW 向矿化 体的产出与分布, 成矿期同属压扭性的力学特征, 前 者示顺扭, 后者示反扭的运动学特征。

值得提出的是,发育于矿区北部的 NWW 向 F<sup>1</sup> 区域性断裂(图1),属成矿前构造,示压性特征,成矿 期起着明显的阻矿作用,导致了断裂北盘(上盘)无 任何喜山成矿期矿化蚀变现象,铜矿化体均产于断 层南盘(下盘)。另外,矿区 NE 向 F<sup>2</sup>,F<sup>3</sup> 断裂(图1) 亦属成矿前构造,但在成矿期、成矿后有明显活动, 并把矿区分为东部、中部和西部3个具不同矿化特 征的矿段,控制着矿化蚀变特征和矿体空间分布的 差异性与递变性。

1.3 SN 向断裂构造

SN 向断裂为矿区主干控矿构造, 以延伸稳定、 规模大为特点。成矿前示压性特征, 并导致矿区地层 的陡立与倒转。成矿期 SN 向构造以压性为主, 兼具 扭性, 起着导矿、配矿和容矿的作用。含矿溶液通过 SN 向断裂上升、运移, 并在与 EW 向、NE 向和 NW 向断裂交接复合部位的低压力区停积、沉淀成矿, 其 中尤以与 EW 向构造的交接复合部位更为突出, 并 形成 EW 向、NE 向和 NW 向铜矿体。同时, SN 向构

收稿日期: 2001-03-14; 修订日期: 2001-06-29

作者简介:郭文平(1967-),女,四川内江人,工程师,现在中山大学从事地质学方面的教学与科研工作。



图 1 铜厂河矿区地质略图 Fig. 1 Geological sketch in Tongchanghe mining area

1. 上二叠统黑泥哨组
2. 上二叠统玄武岩组三段
3. 矿化蚀变带
4. 压性断裂
5. 压扭性断裂
6. 卫片解译断裂

造本身又是一个主要容矿构造,导致了矿区主矿体 和矿带总体呈 SN 向延伸的基本规律。成矿后该方 向构造的力学性质为压扭性,表现在矿体被改造而 发育单斜对称型透镜体带,矿体或矿化蚀变体(如绿 帘石-石英脉等)因受矿后构造动力作用,形成具斜 冲特征的滑动痕迹。

2 矿区构造控矿规律

## 2.1 构造的多期活动与成矿的多阶段性

铜厂河铜矿的形成可划分出两个成矿期,即华 力西成矿期和喜山成矿期。

2.1.1 华力西成矿期

华力西基性岩浆活动控制了区内与铜矿成矿密 切相关的上二叠统玄武岩系的空间分布。华力西基 性岩浆活动晚期形成的上二叠统黑泥哨组和玄岩组 三段玄武岩类岩石中,分别具不同程度的星点状、浸 染状自然铜和硅孔雀石,为铜厂河铜矿的形成提供 了重要的含矿层位。其后,由于强烈的挤压作用,在 挤压构造带及其旁侧,常形成绿泥石-绿帘石化、硅 化等玄武岩矿化蚀变特征。

2.1.2 喜山成矿期

喜山期是区内中酸性斑岩体的形成时期,也是 区内斑岩体外接触带玄武岩系中铜矿的主要形成时 期。由于成矿期构造的活动脉动性,决定了喜山成矿 期的多阶段性。该成矿期在矿区内可分为4个成矿 阶段(图 2)。

. 方解石-辉铜矿阶段: 矿物主要为方解石和 少量星点状辉铜矿。镜下常可见方解石-辉铜矿脉穿 切成矿前的石英细网脉; 方解石-辉铜矿脉又常常被 成矿 阶段的脉体所穿切。

. 石英-绿帘石-钠长石-辉铜矿、黄铜矿、斑铜 矿阶段:该阶段为矿区铜矿的主要成矿阶段,矿化多 发育于矿体的中部和下部,其金属矿物主要呈细脉 状、斑块状分布于石英脉或石英-绿帘石脉中。脉石 矿物石英、绿帘石常胶结 阶段方解石角砾并发生 溶蚀现象,或绿帘石包围并交代溶蚀早期石英,形成 港湾状结构。

. 绿帘石-自然铜阶段: 矿物组合主要为绿帘 石和斑点状、细脉状自然铜、镜铁矿。与华力西期形 成的绿帘石相比, 该阶段的绿帘石结晶程度高, 多呈 鲜艳的翠绿色, 粒状自形晶, 呈脉状穿切成矿, 阶段的脉体或交代先成的金属矿物或脉石矿物。

. 表生成矿阶段: 矿物组合主要为孔雀石、蓝铜矿、赤铜矿等。表生成矿阶段表现为大气降水、地下水的淋滤对近地表原生矿体的再改造作用。由于长期受 H2O, O2, CO2 以及生物有机质等作用的影响, 形成了一系列具胶体重结晶结构的孔雀石、蓝铜矿、赤铜矿等铜的次生氧化物矿物组合。

矿区 EW 向矿脉的氧化带深度通常在 5~10 m 左右; SN 向矿脉氧化带深度通常在 20~30 m 左右。 铜厂河矿区出露的矿体或矿化部位主要为头部矿体 和上部矿体,因此表生阶段的矿化富集特征,是铜厂 河矿区寻找深部原生铜矿体的重要标志和线索。

- 2.2 矿体空间分带规律
- 2.2.1 矿体水平分带

尽管矿区各方向控矿断裂构造的力学性质与演 变特征各异,但它们在主成矿期(喜山期)却同属于 统一的区域 EW 向挤压应力场,且不同程度上显示 压性或压扭性的力学特征,尤其是近 SN 向主干控 矿断裂带的压性特征尤为显著。



图 2 铜厂河矿区成矿期与成矿阶段划分及其特征

Fig. 2 Minerogenetic stages and their features in Tongchanghe mining area

由于断裂破碎带由主断裂带向两侧变形强度递变 性减弱的基本特征,导致了矿化亦相应地由强变弱的横 向变化规律。不同方向的控矿断裂在成矿期力学性质的 差异,将决定着不同方向矿脉或矿体形态特征的横向变 化(图 3)。因此,矿体或矿脉的横向分带特征取决于控 矿构造变形强度的横向递变规律。

2.2.2 矿体垂直分带

铜厂河矿区矿体或脉体的垂直分带严格受断裂 构造变形的垂向分带控制。矿区实地调查表明,断裂 构造变形通常在垂向上呈正常围岩带 微-细裂隙 带 剪切破裂带 弱挤压破碎带 强挤压破碎带 断裂构造岩带的总体变化规律。这种构造垂向变化 特征决定着充填矿体或矿脉的垂向变化规律,其对 隐伏-半隐伏矿体的寻找和矿体或矿化露头的评价 具有重要的现实意义(图4)。

铜厂河矿区西矿段矿体具有明显的垂直分带规 律,根据其脉体特征、矿物组合、矿石结构构造、围岩 蚀变、矿石类型等宏观标志,可将其矿体分为头部、 上部、中部和下部4部分(图5)。



构造变形特征水平分带示意图 Fig. 3 Horizontal zonation of structural deformation of different directional orebody-controlling faults in Tongchandhe mining area 上图:SN 向控矿构造(挤压变形特征) 下图: NE, NW 向控矿构造(压扭性变形特征) 1. 强挤压劈理带 2. 构造透镜体带 3.X 型剪节理带



图 4 铜厂河矿区矿体垂直分带与构造垂向分带关系示意图

Fig. 4 Relationship between orebody vertical zonation and structure vertical zonation in Tongchanghe mining area

矿体垂直分带	禄政 (m)	授式出	外体特征	矿物组合		可看结构构造			<b>7</b> 6
				脉石矿物	矿石矿物	结构	构造	1 尚石預文	类 愛
头 都		VILLEN ±	绿帘石粗脉带 (11)	(練宿石) (録泥石)	玄武岩中原生漫染状 自然钢、孔雀石	他形结构 放体重结晶结构	<b>禄染状构造</b> 胶体构造	錄帶石 - 輝脱石化	氧化钢
(钢改生带滤带) 	2 6/0		绿帘石粗~	绿帘石 石 英		他形结构 胶体重结晶结构 压碎结构	浸染状 次生网脉状 细脉状		氧化铜 自然铜
T N	2 630		绿帘石粗~ 主脉带(11) 石英纲~网脉带 方解石细脉带	绿帘石 石 英 方解石	孔雀石 自然侧 赤铜矿 镜铁矿 辉铜矿	他形~半自形结构 攻歐结构	次生网脉状 细脉状构动	聯 常 石 化 为 主 硅 化 次 之	観化制 自然制 辉制矿
(钢铁金属氧化物)	2 590	T	绿帘石(II) 主詠带 石英粗詠带 方解石细詠带	绿帘石 石 英 方寫石	自然帽 辉铜矿	半自形~自形线构 填煎结构	细脉状构造 闭块状构造	一種 化 绿帘石化	自然钢 辉铜矿
	2 550		石英主脉带 频帘石(11) 主脉帶 方塀石粗脉带	石 英 禄帘石 方鲜石	辉铜矿	半自形~白形结构 	团块状构造 角砾状构造 脉状构造	硅 化 绿帘石化 碳酸盐化	辉银矿
中 本 (铜会其直化物带)	2 510 2 470 2 430	П	石英主脉带 方軒石主脉带 蝉帘石(目) 主脉带	石 英 方解石 绿帘石	暇倒矿 黄铜矿 斑铜半	半自形 – 自形结构 域酸结构 压碎结构	团块状构造 角砾状构造 脉状构造	硅 化 绿帘石化 磺酸盐化	許明ず 次明ず 変領ず
	2 390		石英主擎帶 方舞石主擎带 鲸带石(II) 主脉带 绿市石(II) 独脉带	石 英 方解石 绿帘石	辉铜矿 美铜矿 瓦铜矿	半自形~自形结构 填歐结构 压碎结构 溶蚀结构	团块状构造 角砾状构造 脉状构造	健 化 蜂疖石化 碳酸盐化	鮮術す 黄帽ず 淀桐ず
下 降 (確、神多 金編矿化带)	2 350		石英主脉带 方解石主脉带 健帘石(语) 粗脉带 钠长石蜡脉带	石 英 方解石 绿帘石 钠长石	就例矿 黄锅矿 近钢矿 砷化物(?)	溶蚀结构 现余结构 半自形~自形结构 以原结构	团块状构造 角砾状构选 脉状构选	肆 化 蜂帘石化 硬酸盐化 钠长石化	辉钢矿 武钢矿 克钢矿

图 5 铜厂河矿区西段矿体垂直分带模式及特征

Fig. 5 Orebody vertical zonation model of the western section in Tongchanghe mining area



图 6 铜厂河矿区矿体垂直分带空间变化关系对比图 Fig. 6 Spatial change of orebody vertical zonation in Tongchanghe mining area 左: 西矿段 中: 中矿段 右: 东矿段 a. 硅化 b. 绿帘石化() c. 绿帘石化() d. 钠长石化

铜厂河矿区中矿段和东矿段的矿体垂直分带与 西矿带有着显著的差异性(图6)。由西向东,绿帘石 化()、碳酸盐化、硅化由强变弱,但钠长石化和晚 阶段绿帘石化()则呈相反的变化趋势;矿物组合 变化亦呈现:辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿组合 自然铜、 赤铜矿、辉铜矿组合 以蓝铜矿、孔雀石、自然铜等 氧化铜为主的矿物组合。这种现象表明,由于成矿期 NE 向断裂 F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> 活动的影响,矿区由西向东的构造 活动强度和矿液的物理化学性质产生了显著的差异 性。从华力西成矿期到喜山成矿期主成矿阶段的石 英-绿帘石-铜矿化,矿区构造活动强度西强东弱,含 矿热液侵位相对西高东低;此后,含矿热液侵位则相 对地东高西低,导致了矿区三个矿段的矿体垂直分 带的空间变化规律。

160	庾	找	旬	花 丛 2001 年
				<b>2+</b> 1000
			[2]	相, 1990. 胡受权. 云南宁蒗地区喜山期斑岩带构造控岩控矿特征(硕士
				学位论文)[D]. 成都: 成都地质学院, 1991.
参考文献:			[3]	翟裕生. 矿田构造学概论[ M ]. 北京: 冶金工业出版社, 1984.
			[4]	郑明华.现代成矿学导论[M].重庆:重庆大学出版社,1988.
[1] 云南省地质矿产局.云南省区域地质志[M].北京:J	地质出	版	[5]	曾庆丰. 论热液成矿条件[M]. 北京: 科学出版社, 1986.

## STUDY ON OREBODY'S STRUCTURE-CONTROLLING LAW OF TONGCHANGHE COPPER DEPOSIT IN NINGLANG AREA, YUNNAN PROVINCE

GUO Wen-ping<sup>1</sup>, HU Shou-quan<sup>1</sup>, XU Zhan-zhang<sup>2</sup>, ZHANG Shou-ting<sup>2</sup>

(1. Department of Earth Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China; 2. Technology University of Chengdu, Chengdu 610059, China)

Abstract: In Tongchanghe mining district of Ninglang area, orebodies are controlled by NS+trending fault system which plays roles of ore canal, ore accommodation and ore allotment. Copper orebodies resided on lower wall (southern wall) of NWW-trending fault F1 in mining district. And the mining district is divided into three different mineralized section by NE-trending fault F<sup>2</sup> and F<sup>3</sup>, and the eastern and the middle are favorable sections for blind orebody exploration. The copper deposit in study area possesses multiminerogenetic stages and orebody spatial zonation because of tectonic pulse activity and structural deformation zoning.

Key words: Ninglang area; copper ore; orebody-controlling structure; minerogenetic stages; spatial zonation of orebody; Yunnan

(上接第154页)

LI Guo-hua, WANG Da-wei, WANG Guo-fu, HUANG Zhi-liang

(Central South university, Changsha 410083, China)

Abstract: On basis of electron structure and property of gold, characteristics of pyrite crystal structure, electron structure and characteristics of silica and surface feature of quartz crystal mechanism of gold occurrence in pyrite and quartz is discussed.  $Au^{+}$  and  $Au^{-}$  ion replace  $Fe^{2+}$  and  $S^{2-}$  and vissible gold can be formed in pyrite. Gold concentration in pyrite is mainly related to the pyrite crystal structure, especially to F-S, S-S, Au-S and Fe-Au bonds. According to 18 electron regulation about assorting meterial and the interface-phase model of crystal growth gold occurrence in quartz crystal is not only related to surface structure, inner defect of quartz crystal grouth but also to the quartz crystal growth environment, especially to electron structure of surface bonds of quartz crystal. Trap of gold in quartz is maily controled by interface phase during growth.

Key words: Gold; pyrite; quartz; bond; electronic structure; surface Structure; crystal structure; Mechanism