

地质与矿产

山东诸城吴家楼铜矿床地质特征及找矿前景

司乃欣,孙立鹏,武凡,杨冲,高超

(山东泰山地质勘查公司,山东泰安 271000)

摘要:吴家楼铜矿为中低温热液脉型铜矿床。通过普查对吴家楼铜矿床的地质特征、控矿因素及矿床成因的系统研究,认为矿区NW向断裂控制了含铜石英脉及孔雀石化重晶石化碎裂岩的分布。在分析找矿标志的基础上,应进一步开展地球物理化学勘查,加大矿区深部及外围的找矿力度,以期发现新的铜矿体。

关键词:铜矿;地质特征;找矿方向;吴家楼;山东诸城

中图分类号:P618.41

文献标识码:A

引文格式:司乃欣,孙立鹏,武凡,等.山东诸城吴家楼铜矿床地质特征及找矿前景[J].山东国土资源,2015,31(10):26-30.SI Naixin, SUN Lipeng, WU Fan, etc. Geological Characteristics and Prospecting Potentiality of Wujialou Copper Deposit in Zhucheng City of Shandong Province[J].Shandong Land and Resources, 2015,31(10):26-30.

吴家楼铜矿床位于诸城市西北约29 km处,隶属于石桥子镇管辖。2009年,潍坊市矿产资源管理中心在该区进行了重晶石矿详查工作^①,圈定4个重晶石矿体,同时对区内共生的含铜石英脉进行了评价工作。初步圈定2条铜矿体,获得铜资源量已近中型。区内发育多条NNW向断裂,矿床具有中型成矿远景,矿区工作程度较低,应加大找矿投入,缓解山东省铜矿资源不足的局面。

1 区域地质概况

吴家楼铜矿床处于华北板块(I)胶辽隆起区(II)胶莱盆地西部(III)高密-诸城断陷(IV)诸城凹陷(V)西北端^[1],地层、构造、岩浆岩发育齐全。区域地层为中生代白垩纪莱阳群山麓洪积至河流相—湖泊相沉积的碎屑岩,王氏群粗细相间的砾岩、砂岩及粉砂岩碎屑岩及大盛群陆相碎屑岩夹火山岩^[2]。区域构造主要为昌邑-大店断裂,该断裂为沂沭断裂带最东边的一条区域深大断裂,走向10°~30°,倾向SE或NW,倾角60°~75°,宽0.5~2.5 km。断裂带内普遍发育片理、劈理褶皱、地层牵引、构造碎裂岩、透镜体,力学性质为早期左行压扭、晚期右行压扭。区内火山岩仅在区域西北分布少量的潜安

山玢岩及潜粗面岩。

2 矿床地质特征

矿区内地层以中生代莱阳群、大盛群为主,低洼地带分布有第四纪松散沉积物。莱阳群分为止凤庄组、龙王庄组及杨家庄组,大盛群仅发育田家楼组。其中杨家庄组中粒长石砂岩为主夹含砂砾岩、粉砂岩、页岩,为区域重晶石矿体及铜矿体的含矿断裂带主要围岩。矿区地层呈单斜构造,走向NE,倾向SE,倾角15°~36°。

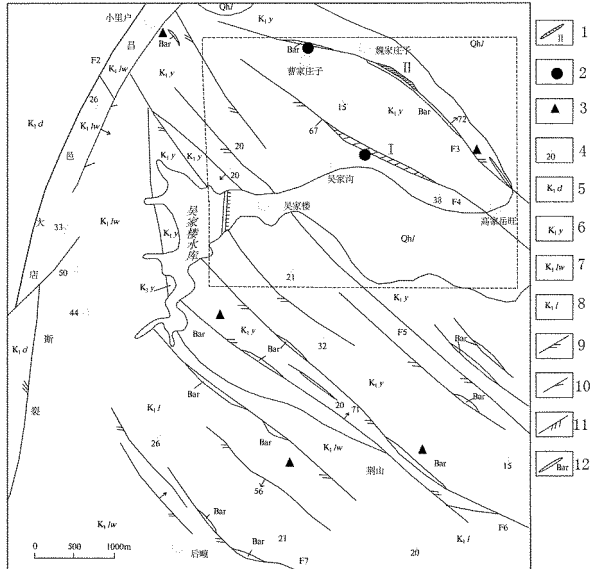
吴家楼矿床处于吴家楼至前疃一带的吴家楼断裂中,NW向断裂为铜矿床及重晶石矿床的控矿断裂。断裂带由一系列张扭性断裂组成,平面上呈等距分布,单条断裂长1~9 km,宽50~200 m,走向300°~310°,呈舒缓波状,北西端多向北偏转,断裂面大多倾向SW,倾角50°~80°,多充填有重晶石及石英脉。由北向南依次分布高家岳旺-曹家庄子断裂(F₃)、吴家沟断裂(F₄)、吴家楼断裂(F₅)、荆山-龙石头河断裂(F₆)等(图1)。吴家沟断裂分布于吴家沟、郑家庄一带,断裂波状弯曲,总体走向302°,长约4 km,局部发育20余米宽的碎裂岩带,硅化、褐铁矿化发育,中心厚大部位充填有石英脉。石英

收稿日期:2014-06-12;修订日期:2014-12-28;编辑:陶卫卫

作者简介:司乃欣(1968—),男,山东广饶人,高级工程师,主要从事地质矿产勘查工作;E-mail:shandong sinaixin@163.com

①山东省第四地质矿产勘查院,司乃欣、李明波,山东省诸城市石桥子矿区重晶石矿详查报告,2010年。

脉断续长1500 m,宽0.5~1.0 m,产状 $210^{\circ} \angle 67^{\circ}$,发育黄铜矿化、孔雀石化及蓝铜矿化。矿区已经发现2条含铜碎裂岩矿化带,圈定I, II号2条铜矿化体及多个重晶石矿体。矿体多呈正地形突出于地表。



1—大盛群田家楼群;2—莱阳群杨家庄组;3—莱阳群龙王庄组;4—王氏群林家庄组;5—张扭性断裂;6—剪切断裂;7—压扭性断裂;8—重晶石脉;9—铜矿体位置;10—Cu矿点;11—重晶石矿点;12—地层产状

图1 矿区地质图

I号铜矿体为主矿体,受吴家沟断裂控制,由5条见矿探槽控制,位于矿区中部吴家沟村北,走向长1412 m,延深160 m,走向 $296^{\circ} \sim 325^{\circ}$,倾向SW,倾角 $40^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 。单工程厚度最大2.60 m,最小0.77 m,平均厚1.80 m,厚度变化系数为50.28%。单工程铜品位最高 $\omega(\text{Cu}) = 3.60 \times 10^{-2}$,最低 $\omega(\text{Cu}) = 0.24 \times 10^{-2}$,平均 $\omega(\text{Cu}) = 2.48 \times 10^{-2}$,品位变化系数为122.42%。I号矿体呈大透镜体状,中间厚度较大,向两端渐薄,矿体倾角由NW向SE变陡。断裂带围岩为紫红色粉砂岩、黄灰色粉砂岩及黄绿色粉砂质泥岩,围岩蚀变为硅化、褐铁矿化。

II号铜矿体控制长171 m,延深126 m。走向 302° 左右,倾向NE,倾角 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$,矿脉为孔雀石化碎裂岩,为盲矿体,产于重晶石矿体的底板,由ZK2401,ZK2002钻孔控制。单工程厚度最大3.17 m,最小0.80 m,平均厚1.99 m,单工程铜品位最高 $\omega(\text{Cu}) = 0.24 \times 10^{-2}$,最低 $\omega(\text{Cu}) = 0.74 \times 10^{-2}$,平均 $\omega(\text{Cu}) = 0.41 \times 10^{-2}$,品位变化系数为61.95%。矿体向NW侧伏,侧伏角 41° 左右,矿体呈向深部变富、

变厚趋势。

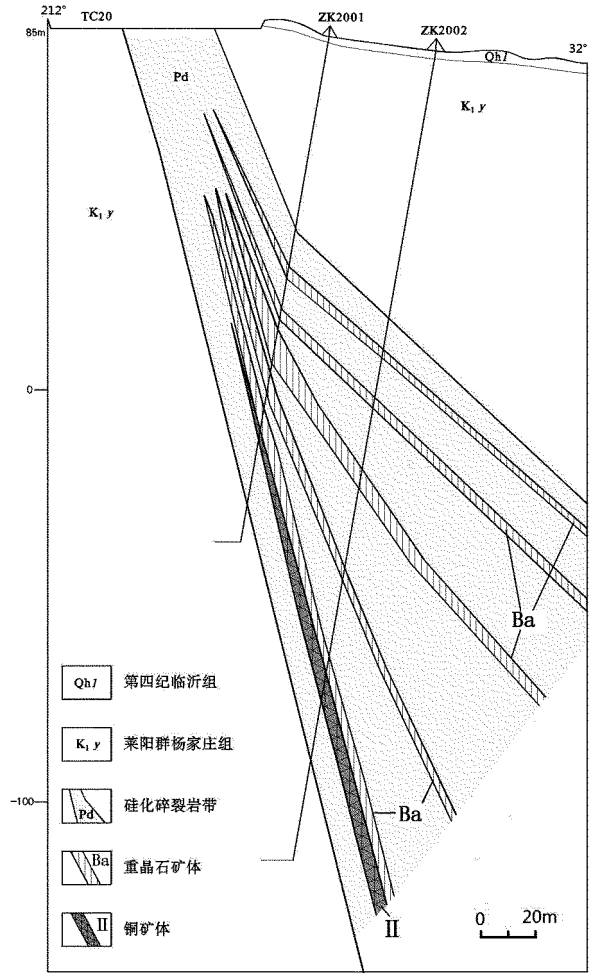


图2 矿区第20勘探线示意图

重晶石主矿体分布魏家庄子村东南岭上,与II号铜矿体伴生产出,由ZK2001,ZK2002,ZK801及TC24,TC20,TC16,TC12,TC08等8个见矿工程控制。矿体呈透镜体状,走向 302° 左右,倾向NE,倾角 $45^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 。20勘探线附近分支为5个上下罗列的小矿体,在剖面上呈向上收敛向下撒开之势,矿体走向长455 m,沿倾向最大延深210 m左右,赋矿标高为+58~-117 m。矿体最大厚度7.85 m,最小厚度0.80 m,平均厚度2.31 m,厚度变化系数为74.67%;矿体单样 BaSO_4 最高品位85.95%,最低品位31.15%,平均品位55.49%,品位变化系数为37.13%,有用组分分布均匀。矿石自然类型为重晶石脉及重晶石化角砾岩。

矿化断裂带蚀变较强,主要有重晶石化、黄铜矿化、硅化、褐铁矿化、闪锌矿化、方铅矿化等,矿化分带现象从中间向外依次为重晶石脉及孔雀石化碎裂

岩→硅化碳酸盐化碎裂岩→硅化碎裂状砂岩。

I 号铜矿体矿石以原生硫化矿石为主, II 号铜矿体次生氧化矿较多。矿石为灰白色, 为含铜硅化碎裂岩或石英脉, 致密坚硬; 矿石矿物以黄铜矿、斑铜矿及孔雀石为主, 次为闪锌矿、方铅矿, 黄铁矿少见; 脉石矿物以石英为主, 见少量重晶石、方解石。黄铜矿呈团块状、星点状、细脉状, 选矿较为容易。矿石结构以自形—半自形不等粒粗粒结构为主。矿石构造以角砾状、浸染状、条带状构造为主, 其次有细脉浸染状和网脉状构造。矿石中主要有用组分为 Cu; 伴生有益组分为 BaSO_4 , CaF_2 , Pb, Zn 等。矿床成因类型为中低温热液充填型(表 1)。

表 1 矿石微量元素含量

矿石类型	Ag (10^{-9})	Pb (10^{-6})	Cr (10^{-6})	Ni (10^{-6})	Co (10^{-6})	Mn (10^{-6})	Ti (10^{-6})	V (10^{-6})
重晶石化碎裂岩	20	13.8	10.0	5.0	10.4	396	548	0.56
硅化碎裂岩	101	450	22.0	7.1	8.4	216	696	0.84
重晶石化碎裂岩	24	40.2	12.0	5.4	8.3	478	558	0.56
硅化碎裂岩	437	65.2	15.0	14.8	11.8	766	949	1.40

3 地球物理特征

3.1 岩(矿)石物性特征

中生代粉砂岩、页岩及泥岩等正常碎屑岩视电阻率一般 $60 \sim 100 \Omega \cdot \text{m}$ 左右, 含矿带硅化、重晶石化碎裂岩视电阻率显著增高, 一般 $120 \sim 220 \Omega \cdot \text{m}$ 左右, 二者电性参数存在显著差异, 高电阻率异常是矿区寻找含铜石英脉的主要线索和标志, 由于铜矿体富含硫化物, 高阻高激化异常与铜矿更加密切相关。

3.2 物探异常特征

测量仪器为重庆地质仪器厂生产的 DUK-2A 高密度电法测量系统, 采用温纳装置(WN)和温施装置模式(WS)2 种测量方法, 测量深度 $80 \sim 90 \text{ m}$, 点距 10 m 。

I 号铜矿体分布于吴家沟断裂中, 断裂带内充填含铜石英脉或碎裂岩, 物探显示一高视电阻率异常(图 3), 视电阻率在 $260 \sim 320 \Omega \cdot \text{m}$ 之间, 异常埋藏较浅, 深度从 0 m 延伸到 80 m , 异常深部未封闭, 异常宽 20 m 左右, 倾向 206° 左右, 倾角 75° 左右。吴家沟断裂(F_4) 波状弯曲, 总体走向 302° , 倾向 SW, 倾角 67° , 长约 4 km , 发育宽 20 m 左右的破碎带。破碎带内充填石英脉, 并发育孔雀石化、褐铁矿

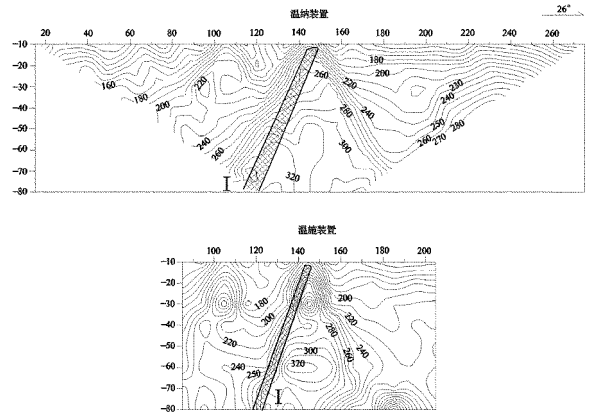


图 3 I 号铜矿体深部电阻率等值线异常图

化等矿化。经 TC181 探槽揭露, 控制黄铜矿化碎裂岩宽 2.50 m , Cu 品位为 0.24×10^{-2} 。

4 地球化学特征

4.1 景观地球化学特征

矿区属于北温带半湿润的鲁东剥蚀构造为主的低山丘陵景观区之弱切割剥蚀构造丘陵区。弱切割剥蚀构造平原区是矿区地貌的主体类型, 发育有浑圆残丘状山顶, 山脊多为较宽缓的线状山脊, 地形起伏不大, 分水岭宽缓, 冲沟短促。覆盖物厚度一般不超过 1 m , 以残坡积物为主, 距母质层较近, 适宜地球化学测量。

4.2 地质单元体主要元素含量

各类岩石中指示元素 Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As 的平均含量见表 2。从矿体及顶底板围岩中基本分析样中提取副样进行光谱分析 Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As 等元素含量(表 2)。样品多数位于断裂带内, 其中 Au, Ag, Cu, Pb 变异系数较大, 局部成矿的趋势较大, 从地表到深部 Au 含量变富, 而其他元素变贫, 可能与孔雀石化次生富集有关。

经计算, Ba, Cu 元素相关性为 0.3374 ; Cu, Au 相关性为 0.198 ; Cu, Ag 相关性为 0.20 ; Cu, Pb 相关性为 0.161 ; Cu, Zn 相关性为 -0.243 ; Cu, As 相关性为 -0.027 ; Au, Ag 元素相关性为 0.454 ; Au, Pb 相关性为 0.188 ; Au, Zn 相关性为 -0.189 ; Au, As 相关性为 -0.03 ; Ag, Pb 相关性为 0.165 ; Ag, Zn 相关性为 -0.012 ; Ag, As 相关性为 0.091 。Pb, Zn 相关性为 -0.071 ; Pb, As 相关性为 -0.008 ; Zn, As 相关性为 -0.038 。表明铜矿与重晶石矿存在密切相关(图 4)。

表 2 矿区地质体成矿元素含量

岩石类型	元素含量(Au, Ag10 ⁻⁹ ;其他 10 ⁻⁶)						样品数量
	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	
泥岩	4.90	202.00	112.00	56.30	32.40	2.06	2
粉砂岩	3.80	285.50	345.50	89.00	34.80	2.82	2
重晶石化碎裂岩	9.50	136.59	230.27	26.93	30.04	3.66	37
重晶石脉	40.11	101.20	271.60	40.60	27.96	1.94	10
硅化碎裂岩	40.61	257.18	233.64	45.37	31.14	2.85	11
孔雀石化碎裂岩	3.17	162.33	671.17	13.25	26.65	3.90	8
矿区平均值	16.76	176.64	259.75	39.13	30.83	3.10	70
标准偏差	36.10	170.25	222.50	37.63	8.17	1.70	
变异系数	215.47	96.38	85.66	96.18	26.48	54.89	

R型聚类分析图(全区)

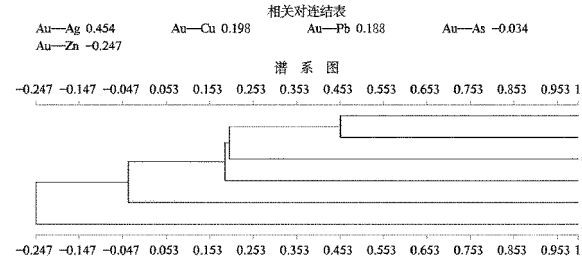


图 4 矿区主要成矿元素谱系图

4.3 区域化探异常特征

1:20 万水系沉积物测量成果表明,区内是以 Ba, Pb 为主的高背景地球化学区,矿区位于岳旺店子 Ba, Hg, Au, Ag, Cu, Pb, As, Sb I 级组合异常内。该异常呈不规则的椭圆状,以 Ba 异常为主,并伴有 Au, Ag, Cu, Pb 等元素 20 多种元素异常,异常套合较好;Hg, Au, Ag, Ba 异常衬度较高,为 2.39~6.02。异常与区内已知矿床(点)吻合程度较高,勘查区化探异常与重砂异常吻合,为矿致异常(图 5)。NW 向断裂内充填的含铅石英重晶石脉、含铜石英脉是引起异常的主要原因。1:20 万重砂测量成果表明,区内以重晶石矿异常为主,伴生有黄铜矿、方铅矿、锆石、磷灰石、萤石等异常,异常与已知矿床(点)吻合程度较高,与水系沉积物测量异常基本一致,形成呈 NE 向连续密集的异常带,元素以套合较好、强度高为特征,预示工作区存在多金属矿成矿可能性。

5 矿床成因及找矿方向

5.1 矿床成因

中生代由于受库拉板块和太平洋板块运动作用,切割地幔的沂沭断裂带受到巨大影响,地幔上涌,地壳减薄^[3]。矿区处于沂沭断裂带东侧的中生代拗陷内,受沂沭断裂带左行扭动,形成一系列 NW

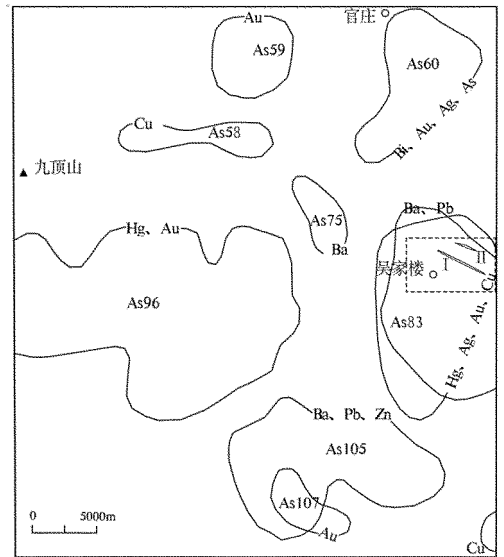


图 5 区域化探异常分布图

向张扭性断裂构造,含矿热液沿断裂运移、集中充填成矿。断裂不但控制了铜矿及重晶石矿的区域分布,同时控制了矿体的形态、规模、产状及矿石质量及矿石结构构造。矿体围岩为莱阳群杨家庄组页岩、泥岩及粉砂岩,成矿物质来源于上地幔,矿区深部的潜安山玢岩及潜粗面岩为成矿提供热源及成矿物质。大气降水向深部渗透运移,在深部加热后沿破碎带上升,在敞开的富氧环境下由于 pH 值及 Eh 值发生变化,随着热液蚀变围岩的温度、压力条件变化,方解石、重晶石、方铅矿、黄铜矿等相继沉淀,形成不同阶段的矿物组合。前人在邻区锡山子及荆山测定重晶石 $\delta^{34}\text{S}$ (10⁻³) 为 +16.2~+20.1,根据 H.G. Thode(1963)的自然界中硫同位素分配图,这些硫同位素的分布范围正好与蒸发盐的相一致,说明硫来源于蒸发盐,因而推断成矿热液为地下水热液^[3]。根据区域上高密化山重晶石矿的包体测温资料,重晶石成矿温度在 100~168℃,铜矿成矿期略晚于重晶石。矿区的深大断裂也直接或间接地切穿了王氏群地层,主要成矿期在晚白垩世末。因此矿床成因为中低温热液浅成矿床。

5.2 找矿方向

吴家楼地区位于安丘宋官疃-诸城锡山 I 级重晶石预测区内;Cu, Ba 化探异常规模大,衬度高,NE 向导矿构造及 NW 向容矿构造发育。矿区处于属于

胶莱坳陷西南边缘,沂沭断裂带东侧,地层以单斜形式产出,倾角较缓($10^{\circ} \sim 20^{\circ}$)。沂沭断裂带是巨大的矿源供给带,同时又是矿化热液运移通道^[4-5]。矿区断裂为沂沭断裂带的次级构造,控制了中生代地层的分布,分为 NE 向、NEE 向、NW 向和 NNE 向 4 组,其中 NWW 为区域控矿断裂。矿区矿床露头零星,重晶石脉及石英脉断续出露。孔雀石化多发育在吴家沟断裂的晏驾山段、含铜石英脉及曹家庄子重晶石脉等处,在重晶石脉及附近硅化碎裂岩中普遍发育。前期对多金属矿床的勘查程度较低,大部分断裂未进行工作。其中曹家庄子铜金矿点分布于矿区北部曹家庄子村北 200 m 处,为沿 F_3 断裂 NW 段充填的孔雀石化重晶石矿脉,铜金矿脉为含铜金重晶石矿脉,充填于重晶石矿脉中,宽 6~7 cm,与重晶石界线清晰。矿石呈蓝绿色,粒状结构,浸染状构造,在靠近矿脉的重晶石中含斑块状铜蓝分布。矿石矿物为黄铜矿、蓝铜矿、孔雀石、自然金、方铅矿等,脉石矿物为重晶石、石英等。矿脉形成时代为燕山晚期。

6 结论

吴家楼铜矿床受沂沭断裂带的 NWW 向次级构造控制,重晶石脉与之结伴同行,初步估算矿床推断的铜金属资源量 7 169.82 t,成矿物质来源于燕山晚

期的潜安山玢岩及潜粗面岩,矿床成因为中低温充填类型。

矿体剥蚀程度较低。但矿区控制程度也较低,I 号铜矿化带沿倾向未控制,其他矿化带未进行探槽揭露,未进行面积性激电测量工作。总之,矿区找矿空间和潜力较大,物探找矿效果明显,在今后工作中采用多种物化探勘查手段可收到事半功倍的效果。建议对矿区深部及外围加大勘查及综合研究力度,扩大矿床规模。

致谢:在工作及成文过程中,承蒙周家贵研究员、宋双喜研究员、宋明春博士等老师的悉心指导以及诸城市国土资源局徐局长等各位领导的帮助和支持,在此一并表示感谢。

参考文献:

- [1] 张增奇,张成基,王世进,等.山东省地层侵入岩构造单元划分对比意见[J].山东国土资源,2014,30(3):1-23.
- [2] 张增奇,刘书才,杜圣贤,等.山东省地层划分对比厘定意见[J].山东国土资源,2011,27(9):1-9.
- [3] 郑建平.中国东部地幔置换作用与中生代岩石圈减薄[M].武汉:中国地质大学出版社,1998.
- [4] 蔡新平.试论沂沭断裂带对胶东金矿集中区形成的巨大作用[J].山东地质,1993,9(2):93-101.
- [5] 宋明春,王沛成.山东省区域地质[M].济南:山东省地图出版社,2003.

Geological Characteristics and Prospecting Potentiality of Wujialou Copper Deposit in Zhucheng City of Shandong Province

SI Naixin, SUN Lipeng, WU Fan, YANG Chong, GAO Chao

(Shandong Taishan Geological Surveying Company, Shandong Tai'an 271000, China)

Abstract: Wujialou copper deposit is a medium-low temperature hydrothermal type copper deposit. Based on the study of geological characteristics, controlling factors, origin of Wujialou copper deposit, it is regarded that faults with the trend of NW have controlled the direction of copper-bearing quartz vein and malachitization, baritization cataclasis. On the basis of analyzing prospecting criteria, it is supposed to increase much more efforts in deep and peripheral prospecting in a view to discover new copper bodies.

Key words: Copper deposit; geological characteristics; prospecting direction; Wujialou; Zhucheng city