



山东福吉山铜矿构造控矿因素分析

吴立新¹, 刘俊玉², 肖翔³

(1. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 2. 山东省第八地质矿产勘查院, 山东 日照 276826; 3. 山东省核工业二七三地质大队, 山东 栖霞 265300)

摘要:福吉山铜矿成矿地质特点不同于山东已有的铜矿类型,属于构造热液成因类型。近SN向的平移断裂同时具有张扭性和压扭性双重力学性质,其中张扭性破碎带造就成矿空间,造成了矿体近等间距雁列式排列。受断裂构造的影响,矿区内节理、裂隙发育,为成矿热液的运移和积聚提供了良好的空间。区内沿裂隙充填形成的石英脉、褐铁矿脉、铜矿脉发育。

关键词:平移断裂;断裂控矿;热液矿床;福吉山铜矿;山东
中图分类号:P618.41 **文献标识码:**B

山东铜矿床及矿点较多,但资源量较少,目前已勘查的铜矿类型主要属于和中生代岩浆岩有关联的岩浆期后热液充填交代,接触交代成因类型以及发育在鲁西地区的新太古代阜平期辉长岩类岩体中的岩浆熔离型^[1]。而福吉山地区的铜矿产在山东省沂源县碳酸盐岩地区,矿石建造与沉积岩岩性和构造有着密切的相关性,是与岩浆岩无直接关系的构造热液充填交代类型,因此通过对该区控矿构造的分析和研究,对于类似地区铜矿具有一定的交流和借鉴价值。

1 区域地质和矿区地质

福吉山矿区构造单元属于沂沭断裂带以西,华北板块鲁西地块鲁中隆断区之鲁山凸起^[2]。区内地层多呈单斜近水平产出,主要有寒武系、石炭-二叠系、古近系、新近系和第四系。区域上岩浆岩主要为早元古代傲徕山超单元花岗岩,与残存的泰山岩群共同组成基底隆起。盖层构造以断裂为主,主要是各种方向、不同等级的断裂交叉,隆起中心及上升断块构成复杂的网状断裂。断裂和节理发育,走向多为近SN向和NE向。其中NE向断层控制了矿区构造格局,往往切割错断其他方向的断层;与成矿

作用有关的构造为近SN向的断层就位于燕山晚期白垩纪青山初期。

福吉山铜矿位于山东省沂源县鲁村镇,出露地层主要为寒武纪、奥陶纪单斜地层,倾向NE,倾角低缓。寒武系主要出露张夏组灰色-灰白色鲕粒灰岩,泥晶灰岩。崮山组黄绿色页岩与灰色薄层链条状泥纹泥晶灰岩互层。奥陶系为三山子组灰色、灰褐色中薄层细晶白云岩夹灰黑色燧石结核白云岩和砾屑白云岩。马家沟群主要岩性为厚层泥晶灰岩、白云岩、灰质白云岩。其中近SN向的断裂是矿区内的主要控矿构造,矿体主要赋存于福吉山断裂(F1)中碳酸盐化的构造角砾岩。此外,尚发育NE向、NW向断裂构造为成矿热液提供通道和空间。矿区内无岩浆岩出露(图1)。

2 矿床地质特征

2.1 矿体特征

经过1:2 000大比例尺填图,查明区内沿福吉山断裂(F1)分布5条铜矿(化)体,赋存于福吉山断裂(F1)内;矿体呈雁列式排列,其走向都在15°左右,矿体赋存标高为314~437 m,矿体是角砾岩的一部分,其边界多由品位圈定^[3]。断层角砾岩原岩

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

作者简介:吴立新(1962—),女,山东济阳人,工程师,主要从事地质技术管理工作;E-mail:wlx79017@163.com。

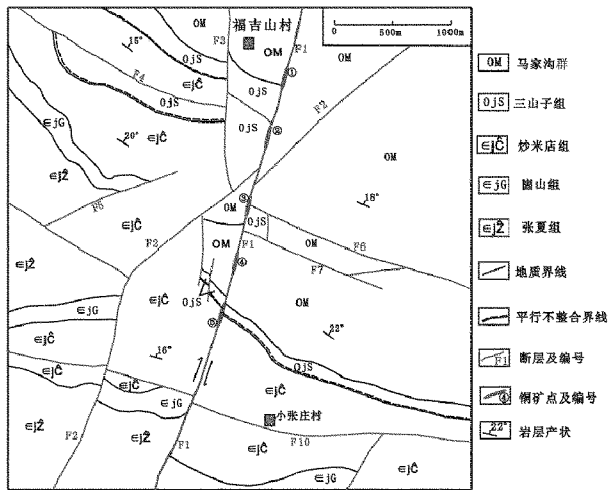


图1 山东沂源县福吉山地区地质图

以灰岩、白云岩为主,受构造运动及其热液作用的影响,发生破碎,产生褐铁矿化、碳酸盐化、铜矿化等,形成含铜角砾岩。矿体遭受强烈的氧化作用,氧化带深度多在100 m左右。各矿(化)体规模较小,其中较大的为③号矿体,走向控制长100 m,沿倾向延深120 m,平均厚度3 m,最大6 m。伴生 Au, Ag 有益元素^①。断裂带内碳酸盐化、褐铁矿化普遍,硅化偶见,铜矿化明显。矿石自然类型为褐铁矿化含铜构造角砾岩。

2.2 矿石特征

矿石以灰色为主,具粗粒变晶结构、包含结构、交代残留结构、碎裂结构;以块状、角砾状构造为主。角砾以围岩成分为主,主要矿物成分为方解石、白云石、石英,次要矿物为褐铁矿、黄铁矿、绿泥石等。矿石矿物主要为孔雀石,次为蓝铜矿。伴生矿物有黄铁矿、褐铁矿等。脉石矿物有石英、方解石、白云石等^[4]。

Cu 的克拉克值是 0.006%, Cu 在一般沉积岩中的丰度值为 0.006%^[2];而矿区寒武纪的灰岩、白云岩 Cu 的丰度值一般在 0.03 ~ 0.07%^②,其丰度值明显超出一般的沉积岩,是一般沉积岩的 5 ~ 12 倍。周围区域上的岩浆岩多为早元古代傲徕山超单元花岗岩岩体, Cu 的丰度值一般在 0.001% ~ 0.004%^③。因此该区灰岩、白云岩有可能为矿体提供铜的来源。

2.3 围岩蚀变

矿区内围岩蚀变较普遍,主要与构造热液活动

有关,主要有褐铁矿化、碳酸岩化、硅化、高岭土化,均属于中低温热液蚀变。围岩蚀变分带较清楚,断裂带内围岩蚀变较发育,而断裂带两侧逐渐减弱。

褐铁矿化:俗称“铁帽”,其由寒武纪、奥陶纪灰岩、白云岩中针铁矿、镜铁矿、菱铁矿黄铁矿、黄铜矿,经风化、水解作用而形成。区内褐铁矿化主要发育在断裂带中,是寻找铜矿床的重要标志。

碳酸岩化:主要是后期热液形成的方解石细脉,还有在断裂带中与矿脉伴生的具铁质浸染的方解石细脉。

硅化:主要发育在断裂破碎带、矿脉及围岩中,硅化作用本身多以浸染颗粒及浸染细脉呈现。而矿体及围岩中的硅化作用,与成矿关系密切。

高岭土化:主要发育于断裂带中,其是断裂带中含硫酸盐水溶液重新作用的结果,局部形成断层泥。与区内多金属矿化关系不大。

3 控矿断裂特征分析

该区经历了一系列构造运动,其中有以升降运动为主的,也有发生挤压平移构造变形的。断裂构造也发生了相应的叠加变形及性质转变。不仅断裂构造发育,而且发育节理(裂隙)构造。该区断裂发育在寒武纪、奥陶纪地层中,矿区内断裂主要有近 SN 向、NE 向和近 EW 向;断裂性质多为张性正断层兼具左行平移。既有贯穿全区的断层,也有发育于局部的断层。其共同特征是兼具平移的掀斜断层,倾角近直立。断面水平擦痕多于垂直擦痕,可见磨擦面,为张性右行平移断层,动力变质矿物有镜铁矿、绿泥石。不同地层中断层破碎带发育不同,断裂带宽度几十厘米至几米。F2 断裂是控制全区构造格局的断裂,断裂走向 45°,该断层形成于成矿期前,与成矿无直接关系。普查区内还发育一些小型次级断层,倾角近直立正断层,断距小,距矿体远,对矿体无直接影响。其中福吉山断裂(F1)是矿区内主要的控矿、容矿构造。

3.1 福吉山断裂(F1)几何学特征

综观福吉山断裂(F1),总体走向 10°,倾向 W,

① 山东省地质科学研究所,山东省沂源县福吉山矿区铜矿普查报告,2007年。
 ② 山东省地质综合研究队,山东省淄河断裂带的构造特征和朱崖式铁矿的成因报告,1977年。
 ③ 山东省第一地质队,苗山幅 1:5 万区域地质调查,2005年。

倾角近直立;断裂两侧岩石破碎,次级断裂和裂隙较发育。断裂贯穿矿区南北,为右行平移断层,水平断距约80 m,整体呈舒缓波状“S”形。其破碎带宽度呈规律性排列,明显具有双重力学性质,在宽处可以看到明显的花状构造为张扭性,而窄处则显示压扭性(图2)。断裂带宽缓处5~8 m,狭窄处1~2 m,断裂带宽缓处和狭窄处近等距离彼此间隔,断裂在破碎带较宽处和铜矿体分布一致,和断裂总体走向相差5°左右,右阶式排列。

福吉山断裂(F1)在破碎带宽缓处呈现张扭性质,可以观察到张扭性结构面的角砾大小混杂,棱角分明,磨园程度不高,排列紊乱,无定向性,角砾来源就是断裂两侧碎裂白云岩和灰质角砾岩,局部发育棕红色断层泥。断裂带内部还发育次级断层,断裂面产状陡倾,剖面上呈正断层,平面上呈现平移断层,整体构成负花状构造^[5](图2-A)。

福吉山断裂(F1)在狭窄处呈现压扭性质:断层破碎带1~2 m,岩层有揉皱现象,部分角砾排列紧密,磨园度高,棱角不明显,角砾呈透镜体状,剖面上呈逆断层,平面上呈现平移断层,整体构成正花状构造(图2-B)。

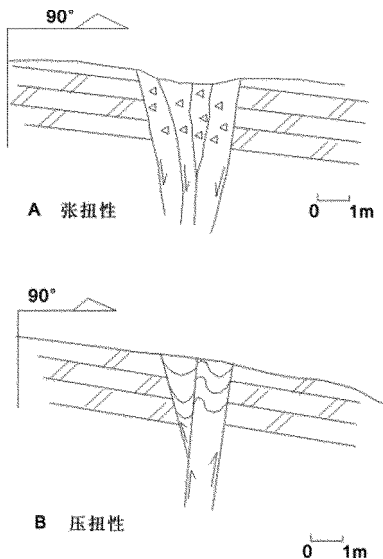


图2 福吉山断裂(F1)双重性质地质素描图

3.2 福吉山断裂(F1)运动学特征

从前述断裂的几何学特征以及构造组合形式结合区域构造演化史,归纳该区断裂运动学如下:前震旦纪和古生代地台演化比较稳定,虽然大面积升降运动,但地层基本保持水平层状。中、新生代地台大

幅度隆起以及沂沭断裂带的活动,形成一系列地层的掀斜和大小、方向不同的断裂。鲁西地区产生一系列NE向压扭性断层,规模大、平移距离长,初步形成鲁西的构造格局。随后近SN向和EW向的断裂多为兼具平移的掀斜断裂,平移距离较短,改造先期断裂。随后的白垩纪末期在断裂附近产生一些纵张、横张节理以及共轭剪节理相应形成宽缓、狭窄的裂隙,逐渐扩大连接,造成宽缓处和狭窄处间隔分布,形成具有平移性质的掀斜断裂——福吉山断裂(F1),沿走向上发育波状起伏。在断裂平移的同时宽缓、狭窄处对应张扭、压扭性。狭窄处应力集中以压扭性为主;宽缓处内部拉伸形成应力松弛,以张扭性为主,在剖面上形成负花状构造,形成热液充填聚集,成为该区最重要的容矿空间(图3)。

总之,平移断裂轨迹结构就位于燕山晚期,断裂形成过程为断裂在近直立的掀斜断层中右行平移,在平移的过程汇总分别在断裂带宽缓处和狭窄处显示不同的应力性质,从而使断裂具有双重力学性质。

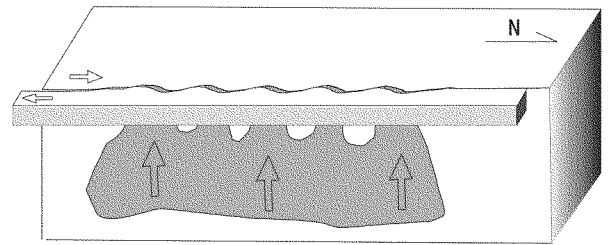


图3 福吉山平移断裂控矿成矿模式图

3.3 构造控矿机制和过程

区域性隆起是热液产生和矿物质转移的背景,平移断裂产生导矿构造和容矿构造的空间,低温热液经过侧分泌作用和环流下渗作用逐渐和碳酸盐岩交代充填成矿。侏罗纪以来,该区经受了强烈的燕山运动,在区域上大规模的隆升掀斜,奠定了控矿构造的基本格局。区内的断裂深部多相贯通,为区内矿液的运移和富集成矿提供了通道。随后的白垩纪末期平移断裂形成近等间距的宽缓拉伸区,造就了导矿和容矿空间,储备了成矿必需的热能,使得热液大量渗透扩散充填交代,成矿元素铜主要来自灰岩地层,由热液在渗流过程中从流经的岩石中吸取而来。由于断裂活动使含矿热液沿构造空间上移,到达有力的构造部位宽缓拉伸区,方解石脉、石英脉沿断裂充填。其后,又由于构造和热液的多次活动,含

矿热液和碳酸盐岩交代,最终在福吉山断裂(F1)宽缓拉伸区黄铜矿和黄铁矿析出、富集沉淀;其后黄铜矿、黄铁矿等氧化为孔雀石、蓝铜矿和褐铁矿。根据区内矿石矿物的特点、矿物成分、结构构造、围岩蚀变、成矿特点等特征分析,矿石矿物主要以孔雀石、蓝铜矿为主,脉石以方解石、石英为主。矿区矿物组合属中低温热液矿物^[6],因此,该矿床属构造中低温热液矿床类型^[4]。

4 结论

福吉山地区铜矿受断裂控制,平面上呈近等间距平行雁列式,与岩浆岩无直接关系,明显受断裂和碳酸盐岩层位的控制。其为构造低温热液充填交代而成,产于寒武纪—奥陶纪碳酸盐岩地层中燕山晚期断裂。控矿断裂为兼局平移性质的张性断裂,平移断裂轨迹结构就位于燕山晚期,断裂形成过程为断裂在近直立的掀斜断层中右行平移,在平移的过程汇总分别在断裂带宽缓处和狭窄处显示不同的应力性质,从而使断裂具有双重力学性质。断裂走向上呈舒缓波状并且具有双重力学性质,在平移的过

程形成近等间距的弯曲,造就了压扭性和张扭性相互间隔,成矿元素铜主要来自灰岩、白云岩地层,由于构造和热液的多次活动,含矿热液和碳酸盐岩交代,最终在福吉山断裂(F1)宽缓拉伸区黄铜矿和黄铁矿析出、富集沉淀;其后黄铜矿、黄铁矿等氧化为孔雀石、蓝铜矿和褐铁矿。在构造作用下成为地下热液沿断裂裂隙运移,在断裂带中张扭性拉伸区充填和交代围岩而形成矿体。

参考文献:

- [1] 孔庆友, 张天祯, 于学峰, 等. 山东矿床[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2006: 352-353.
- [2] 袁见齐, 朱上庆, 翟峪生. 矿床学[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 21-23.
- [3] 程光锁, 罗文强, 单伟, 等. 福吉山铜矿矿床地质特征和矿床成因[J]. 有色金属(矿山部分), 2009, 61(6): 33-36.
- [4] 程光锁, 张尚坤, 张义江, 等. 山东沂源福吉山铜矿区断裂体系的分数维特征[J]. 铀矿地质, 2008, 24(1): 306-310.
- [5] 刘和甫, 李晓清, 刘立群, 等. 走滑构造体系盆山耦合与区带分析[J]. 现代地质, 2004, 18(2): 139-150.
- [6] 潘兆楹. 结晶学及矿物学(下册)[M]. 北京: 地质出版社, 1988: 28-29.

Analysis on Structural Ore – control Factors of Fujishan Copper Deposit in Shandong Province

WU Lixin¹, LIU Junyu², XIAO Xiang³

(1. Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. No. 8 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Rizhao 276826, China; 3. No. 273 Brigade of Nuclear Industry in Shandong Province, Shandong Yantai 265300, China)

Abstract: Geological characteristics of Fujishan copper mineralization is different from other existing copper deposits in Shandong province. It belongs to hydrothermal structure type deposit. The strike – slip fault with the trend of SN has the characteristics of both shear and pressure mechanical properties. Tensile shear fracture zones will creat mineralization space, and ore bodies will arrange in a nearly equidistant type. Affected by fault structures, joints and fissures developed well. It will provide good space for migration and accumulation of ore – forming hydrothermal fluid. Quartz veins, limonite veins and copper veins formed and filled along the fissures developed well.

Key words: Strike – slip fault; ore – controlling faults; hydrothermal deposits; Fujishan copper deposit