

山西中条山铜矿床主成矿期岩相古地理初探*

Elementary Study on Lithofacies and Paleogeography During Main Copper Metallogenic Period in Zhongtiao Mountains

覃志安 李俊建

(天津地质矿产研究所, 天津 300170)

Qin Zhian, Li Junjian

(Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170, China)

摘要 中条山铜矿床主成矿期为绛县期和中条期。绛县期形成的铜矿床主要与滨岸粗碎屑相、滨浅海碎屑泥质沉积相、浅海粗—细碎屑及火山沉积相、半深海细碎屑、泥质碳酸岩及火山沉积相有关。中条期铜质常在障壁岛附近的泻湖相、滩相及浅海相分界处附近沉积。

关键词 主成矿期 岩相古地理 火山作用 中条山

中条山地区铜矿资源丰富,前人(孙继源等,1995;孙大中等,1993;范成模等,1997;白瑾等,1997;中条山铜矿地质编写组,1978;冀树楷等,1992)对该区铜矿床进行了较详细的研究,主要铜矿床类型包括铜矿峪型、横岭关型、落家河型、篱笆沟型、胡家峪—篦子沟型铜矿床,现在前人工作基础上对该区主成矿期——绛县期和中条期岩相古地理进行初步探讨。

1 绛县期岩相古地理特征

绛县群地层中分布有著名的超大型铜矿峪型铜矿床,还有较多的横岭关、落家河、篱笆沟等铜矿床。前者分布在近中部的铜矿峪亚群骆驼峰组地层中,横岭关型铜矿床产于较下部横岭关亚群铜凹组中,后两个类型则产于宋家山群地层中。上述矿床的成因较为复杂,但原始成矿受一定的沉积环境和岩相古地理控制。例如横岭关型铜矿床明显沿地层矿化,受地层层位控制;铜矿体多呈层状,产状与地层一致,几乎所有铜矿体都赋存在变质泥质、砂泥质岩石中,而变质基性岩中未见铜矿体;下部和上部矿带中铜矿化与炭质密切伴生;在3个矿带中均可见残余层理构造;区内变质泥质、砂泥质岩石的含铜量较一般泥质岩的含铜量高出4.6至3.5倍,也比区内变基性岩高两倍以上,后者比一般基性岩中铜含量还低;黄铜矿普遍含钒,其中Co、Ni含量和Co/Ni比值都较低(中条山铜矿地质编写组,1978)。因此分析铜矿形成时的岩相古地理有一定的找矿意义。

由于绛县群地层变质程度较高,达绿帘角闪岩相和角闪岩相,原始沉积物成分、结构和构造均发生了很大变化,给研究岩相古地理带来很大困难。现在只就绛县群各组地层的岩性、变余构造、岩相变化等情况,对绛县期的岩相古地理作一简要分析。

1.1 相分析

根据沉积物特征的差异,我们把该区沉积相划分为山前盆地粗碎屑相、滨岸粗碎屑相、滨浅海碎屑泥质沉积相、浅海粗—细碎屑及火山沉积相、半深海细碎屑、泥质及火山沉积相、半深海细碎屑、泥质碳酸岩及火山沉积相。

* 本文由国土资源大调查项目(项目编号:200110200038)资助

第一作者简介 覃志安,男,1962年生,博士,高级工程师,从事矿床学、沉积学研究。

山前盆地粗碎屑相主要由砂、砾质构成,夹有少量泥质沉积物。砂质成分以石英为主。砾石成分以石英岩为主,脉石英次之,见少量片岩角砾,砾径0.5~8 cm,一般1 cm左右,磨圆一般较好。这些沉积物经变质后形成石英岩、绢云石英片岩、十字绢云石英片岩和变质砾岩。

滨岸粗碎屑相主要由砂质沉积物构成,含有少量泥质沉积物,经变质后形成石英岩、绢云石英片岩、十字绢云石英片岩等。石英岩中有时可见交错层、波痕等沉积构造。

滨浅海碎屑泥质沉积相主要由泥质沉积物组成,含部分粉砂质、砂质和少量碳质沉积物,变质后形成石墨绢云片岩、十字铁铝榴石石墨绢云片岩、绢云石英片岩、二云片岩等。在砂质较高的岩石中可见交错层和波痕。

浅海粗—细碎屑及火山沉积相由砂质、砾质、泥质及火山质沉积物组成,变质后形成石英岩、变质砾岩、角闪岩、变晶屑凝灰岩等岩石,其中石英岩内可找到粒序层、交错层理、波痕及泥裂等沉积构造,显示它们是在较浅的海水中沉积形成的。

半深海细碎屑、泥质及火山沉积相由粉砂质、泥质及火山沉积物组成,经变质后形成石英岩、绢云石英岩、绢云石英片岩、绿泥石英片岩、变富钾流纹岩、变钾质基性火山岩(主要为具杏仁构造的石英绿泥片岩、石英绿泥黑云片岩和角闪黑云片岩)、变细碧岩等。

半深海细碎屑、泥质及火山沉积相由泥质、碳酸盐、火山沉积物和少量粉砂级细碎屑沉积物组成,经变质后形成绢英片岩、绢云片岩、大理岩、变细碧岩、石英岩等。

1.2 古地理演化

绛县期古地理演化可分为横岭关期(细分为平头岭期、铜凹期)、铜矿峪期(细分为后山村期、圆头山期、竖井沟期、西井沟期、骆驼峰期)和宋家山期。

在横岭关期第一阶段——平头岭期,中条山裂谷开始分裂,最先形成一些山前盆地粗碎屑相沉积物,这些沉积物多来自盆地西北部的古陆风化产物,由洪水和河流带到山前盆地沉积形成。之后来自南部的海水在北东向为主的岸线附近形成滨岸粗碎屑相沉积。

铜凹期早期海水继续向北西方向入侵,海平面迅速上升,陆源物质供应较丰富,并有生物生长,形成以泥质为主、含少量砂质、炭质的滨浅海细碎屑相沉积,并形成横岭关型铜矿床;中期海平面继续上升,并伴有火山作用,形成半深海细碎屑、泥质及火山沉积相;晚期海平面下降,陆源碎屑物供应增多、粒度增大,形成滨浅海细碎屑相。

横岭关期之后,海平面迅速下降,盆地露出水面,早期形成的地层遭受风化剥蚀作用,在后山村期形成山前盆地粗碎屑相沉积,之后海水又开始入侵,沿滨岸形成滨岸碎屑相沉积。

圆头山期海平面上升,形成滨浅海细碎屑、泥质相沉积,经变质后形成绢云石英片岩、绢英岩,间夹石英岩,局部保留清楚的交错层等沉积构造。

竖井沟期,裂隙作用加强,在竖井沟、挡仙沟及芦苇沟一带发生强烈的火山作用,形成火山沉积,并有陆源碎屑沉积,经变质作用后形成变富钾流纹岩、变富钾流纹质凝灰岩、变流纹质角砾岩和石英岩。

在西井沟期,火山作用继续进行,但其岩浆来自更深处,形成具杏仁构造的基性火山岩,经变质后形成石英绿泥片岩和角闪黑云片岩等,夹少量石英岩、绢云石英片岩等。上述沉积物共同构成半深海细碎屑、泥质及火山沉积相。火山作用可能带来一定量的铜等成矿物质。

进入骆驼峰期,海平面以及沉积环境变化较大,总体形成以浅海粗碎屑、细碎屑及火山沉积相为主的沉积物,经变质后形成绢云石英岩、绢云石英片岩和绿泥绢云石英片岩,见变石英晶屑凝灰岩和石英岩、含砾石英岩。火山作用为铜矿峪型铜矿床的形成带来了大量成矿物质。

进入宋家山期,海平面升降较频繁,沉积环境、岩相古地理变化较复杂,总体上形成一海相碎屑、碳酸盐及火山沉积岩系。早期海平面相对较低,形成浅海粗—细碎屑及火山沉积,经变质后形成以石英岩为主,次为变细碧岩、变质晶屑凝灰岩、绢英片岩、大理岩、变质砾岩,少量石英角斑岩、磁铁矿和绿泥角闪片岩,石英岩中可见粒序层、交错层、波痕等沉积构造。晚期海平面相对较高,形成半深海细碎屑、碳酸盐及火山沉积,经变质后形成以变细碧岩、大理岩、石英岩为主,其次为绢英片岩。

2 中条期岩相古地理特征

对胡家峪—篦子沟型铜矿床成矿特征研究表明，铜矿床具有明显的两阶段成矿特征。早期条纹、条痕和细脉状矿石为同沉积矿化的产物；晚期脉状矿化以早期矿化为物质基础，明显受褶皱构造控制。因此古地理环境及其展布空间的研究，对寻找隐伏矿体具有重要意义（白谨等，1997）。

由于经历了多期变形变质作用，中条群地层中各岩石原岩的结构构造、物质成分、生物化石和厚度等都发生了深刻的变化，为研究原来的沉积相和古地理带来了很大困难。现在前人研究^①（白谨等，1997）的基础上，根据中条群各组地层的岩性、岩相变化及其分布状况，对中条期的岩相古地理作一简要论述。

2.1 沉积相分析

根据沉积物特征的差异，参考唐人滇等（1989）和白谨等（1997）所作的沉积相分类方案，本文将中条群沉积相划分为：陆相沉积。① 残坡积相，② 山前盆地粗碎屑相，③ 河流相；滨浅海相沉积。① 滨岸粗碎屑相，② 潮坪相，③ 泻湖相，④ 浅滩相，⑤ 浅海相。

中条群底部界牌梁组多为陆相沉积。可细分为残坡积相、山前盆地粗碎屑相（主要为冲积扇相）、河流相。粗碎屑相由砾岩、砾屑长石石英岩、长石石英岩和粉晶石英岩组成。河流相常为河床冲填砂质沉积物构成。

滨岸粗碎屑相沿岸线分布，有粒度较粗的长石石英（砂）岩，其中分选较好。受波浪、潮汐作用影响，可见波痕、交错层理和冲刷等沉积构造。常由界牌梁组上部地层组成。

潮坪环境是紧邻古陆、岛屿的地区，其中时而暴露、时而被浅水覆盖，介质能量来自潮汐作用，具间歇性。潮坪相是指潮上带、潮间带中形成的沉积，有时包括其中的泻湖和部分浅水潮下带沉积。平缓的潮上坪在干旱炎热的气候条件下，由于蒸发作用而引起“毛细管浓缩作用”常形成泥、粉晶白云岩、含藻白云岩、构成云坪亚相。当有陆源泥砂混入时，可形成泥云坪、砂云坪、砂泥坪、泥坪等。潮湿气候带中，泥坪中可发育沼泽泥炭沉积。潮间及部分浅水潮下环境中砂泥质或云质条带泥晶灰岩为典型微相，有时其中夹有潮道或潮池沉积。

泻湖是有障壁沙坝或障壁岛与广海相隔、同时可以排水口与广海相连的一种封闭或半封闭的浅水盆地，泻湖相沉积物主要由含炭、钙或锰质的粘土、粉砂质和砂质粘土岩、镁质碳酸盐组成。从碳质片岩和不纯白云石大理岩中富含藻球粒等可以说明其属封闭一半封闭较深水的还原环境。

浅滩是泻湖的屏障，浅滩相沉积物是海水长期冲刷簸选而在滩上沉积的砂级粉砂级沉积物，其分选好、纯净度高。

由于离古陆较远，陆源物质较少，浅海相沉积物以来自盆内的内源沉积为主，主要为镁碳酸盐，局部夹少量陆源碎屑，沉积于低潮线以下环境。

2.2 岩相古地理演化

在新太古代之后，由于中条盆地发生拉张并相对下沉，涑水—绛县地块相对抬升，涑水杂岩和绛县群地层岩石经风化后不断向盆地输送。界牌梁期在盆地的底部可能残留一些原地半原地风化产物，形成残坡积相。在盆地边部可形成一些山前盆地粗碎屑相沉积，如一些冲积扇相砾岩、长石石英砂岩和细粒石英砂岩。之后海水入侵，形成广泛分布的滨岸粗碎沉积相组合（以长石石英砂为主）。在下玉坡—三河口一带形成浅滩相，沉积了具交错层理、波痕和冲刷构造的长石石英砂。

龙峪期，中条盆地继续下沉，海水入侵范围加大，海水深度也加大。大量陆源碎屑物质进入盆地，但其粒度明显变小，泥质成分明显增多，并开始出现镁碳酸盐沉积。早期形成钙泥质和长石石英砂沉积；中晚期以钙质沉积为主（其中有潮坪层理），并伴有镁质碳酸盐沉积。从沉积组合特征看，龙峪期主要以潮坪相砂泥质-镁质碳酸盐沉积为主。

余元下期，海水继续入侵，海岸线后退，海水分布范围扩大、深度加深，附近古陆超于夷平，陆源碎

① 唐人滇等. 1989. 中条山胡-篦型铜矿找矿远景研究. 山西省地质科学研究所.

屑补给量迅速减少,形成清水碳酸盐沉积环境,适于藻类生物生长。在龙峪沟—刘家庄—下阴一带沉积硅质条带镁质碳酸盐,其中含波状、丘状叠层石。在上玉坡—胡家峪“短轴背斜”区形成镁质碳酸盐、硅质条带镁质碳酸盐和叠层石镁质碳酸盐沉积;在下玉坡—三河口一带形成石英镁质碳酸盐沉积。总之,余元下期为清水潮坪碳酸盐相为主,礁相为辅。

篦子沟期海平面相对下降,古陆面积增大,经强烈的风化剥蚀作用,形成大量的细粒陆源碎屑,篦子沟一带伴有火山喷出物。这些物质经搬运在泻湖、潮坪等环境沉积下来,形成泥质、含粉砂泥质、凝灰质沉积,间夹镁质碳酸盐和火山凝灰质沉积。在氧化还原界面附近,沉积了较多的有机炭,对来自陆源风化物和与火山有关的铜等成矿物质起吸附作用。

进入余家山期,海平面相对上升,陆源碎屑来源很少,全区以浅海清水碳酸盐沉积为主,形成镁质碳酸盐岩,含波状、丘状叠层石镁质碳酸盐岩。在十八道河—后石窑—马家沟一带,余家山早期镁质碳酸盐中夹有多层含炭泥质沉积,其中富含藻球粒,属较低能潮下带沉积。镁质碳酸盐中发育锥柱状或柱状叠层石,说明环境能量可达中等水平。在下玉坡—店头一带形成碎屑状镁质碳酸盐和石英镁质碳酸盐沉积,可能为浅滩较高能环境的产物。

余家山期之后,海平面突然降低,早期形成的沉积物暴露地表,接受风化。进入温峪期,海平面开始上升,但幅度不大,在温峪、唐回、交口至毛家山一带形成潮坪相泥、砂质夹碳酸盐沉积,其中可见波痕和植物化石。

吴家坪期海水向东南方向撤退,在清水河至贺峪沟一带形成滨岸砂质沉积,其中可见波痕、交错层理和植物化石。

陈家山期在温峪南经马村至平陆三峰寺一带形成潮坪相砂泥质夹碳酸盐沉积。

3 岩相古地理对铜矿床形成的制约关系

综合上述研究,提出岩相古地理对铜矿床形成的制约关系如下:

(1) 横岭关型铜矿床形成于横岭期铜凹阶段,与滨浅海细碎屑泥质相沉积关系密切。当时由于环境适宜,生物发育,形成的有机质对铜等成矿物质进行吸附,为铜矿床的形成打下物质基础。

(2) 铜矿峪型铜矿床成因较为复杂,但也与铜矿峪期骆驼峰阶段浅海粗—细碎屑(泥质)及火山沉积相有一定关系,沉积时海平面和沉积环境变化较大,火山活动强烈,为铜矿床的形成带来大量成矿物质。

(3) 同善和落家河构造剥蚀天窗中的篱笆沟、落家河型等铜矿的形成与宋家山期浅海粗—细碎屑及火山沉积相和半深海细碎屑、碳酸盐及火山沉积相有关,火山作用及其间的热泉水为铜矿床的形成带来较多的成矿物质,这些成矿物质在地形较陡的浅海—半深海沉积形成原始铜矿体。

(4) 从胡—篦型铜矿床的特征、中条期岩相古地理演化看,铜矿床的形成受一定的岩相古地理控制。首先铜矿床常分布在绛县群地层分布区附近,部分铜物质可能来自绛县群。铜矿的形成还与火山作用紧密关联,铜矿体附近常有凝灰质沉积,火山作用及其有关的热泉为铜矿的形成带来大量的成矿物质。铜质常在障壁岛(上玉坡—胡家峪背斜核部区)附近的泻湖相、滩相及浅海相分界处附近沉积,环境比较还原,有机质丰富,后者对铜等成矿物质起吸附作用。

参 考 文 献

- 孙继源,冀树楷,真允庆. 1995. 中条裂谷铜矿床. 北京:地质出版社. 4~174.
孙大中,胡维兴. 1993. 中条山前寒武纪年代格架和年代地壳结构. 北京:地质出版社. 1~117.
范成模,余致信. 1997. 中条山前寒武纪胡家峪—篦子沟型铜矿. 天津:天津科学技术出版社. 1~73.
白瑾,余致信,颜耀阳,等. 1997. 中条山前寒武纪地质. 天津:天津科学技术出版社. 1~92.
中条山铜矿地质编写组. 1978. 中条山铜矿地质. 北京:地质出版社. 1~167.
冀树楷,付昭仁,李树屏,等. 1992. 中条山铜矿成矿模式及勘查模式. 北京:地质出版社. 3~103.