

山东省邹平铜矿 17 号矿体矿床成因

赵祉友¹, 高伯兴¹, 张相峰¹, 徐勇¹, 孟祥进¹, 荣丹文²

(1. 山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014; 2. 山东省煤田地质局第一勘探队, 山东 滕州 277500)

摘要:邹平铜矿 17 号矿体是高中温热液矿床并严格受隐爆角砾岩筒控制, 而非伟晶岩型矿床, 已被海内外众多同行所认可。该文在勘查结合坑道观测的基础上, 通过深入研究和对比, 进一步证实并坚定了对矿床成因的认识, 并澄清了一些模糊看法及无根据的推测。

关键词:邹平铜矿; 矿床成因; 隐爆角砾岩筒; 石英正长闪长岩; 山东省

中图分类号: P618.2

文献标识码: A

邹平铜矿位于邹平县城西 4 km 的王家庄村北, 处于邹平火山岩盆地中偏北部的破火山口中心部位。该部位为火山颈相的中酸偏碱性的隐伏侵入体, 该侵入体由石英闪长岩、二长岩、石英正长闪长岩三期四相构成的复式侵入杂岩体(图 1)。其晚期侵入的石英正长闪长岩, 在强钾硅化带中心部位形成的隐爆角砾岩筒, 便是十七号矿体的侵入部位和赋存空间^①。笔者参与了矿床的发现到勘查及报告的提交, 并多次深入井下坑道考查, 进一步证实了这一观点的正确性。

1 矿体地质特征简述

矿区所处地层为青山群八亩地组火山岩, 因上部剥蚀较重, 其火山岩盖层全部被剥蚀掉, 隐伏的基岩为中酸偏碱性的复式杂岩体, 杂岩体由三次侵入、4 个岩相组成, 矿体赋存于钾硅化的石英正长闪长岩的内部相中(图 1)。石英正长闪长岩既是矿体的围岩, 也是含矿母岩。内部相中的 28 条铜矿体均为矿区细脉浸染状的斑岩铜矿。其中 17 号矿体处在矿区中心偏北部的隐爆角砾岩筒内。该岩筒平面形态呈直径为 100 m 的圆, 水平投影图上为近似等轴状的圆形, 长宽均为 100 m。矿体平均厚度为 36 m, 84 m, 矿体平均品位 4.19%。伴生 Au, Ag, Mo, S 等多种元素, 可综合利用^{[1]②}。

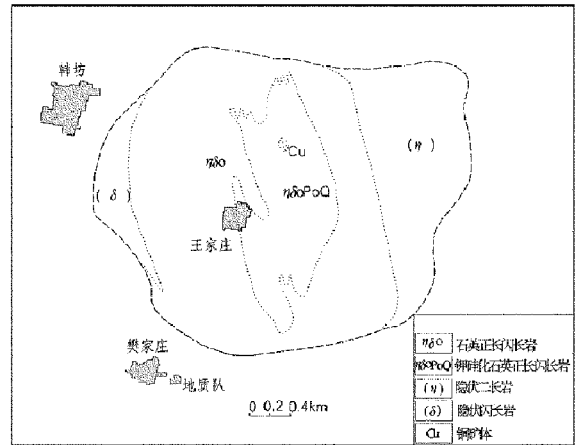


图 1 邹平王家庄铜矿含矿岩体基岩地质图

2 含矿岩体属性及矿质来源

该区侵入岩的演化规律是由中基性向中酸偏碱性方向演化, 即由钙碱性系列向碱钙性系列演化, 晚期向富碱方向演化。铜钼成矿元素都是亲硫元素, 硫又是矿液中的主要成分之一, 知道了硫的来源, 也就不难得知铜钼的矿质来源。据矿区硫同位素测定结果(表 1), 硫同位素中的 $\delta S^{34} \sim \delta S^{32}$ 值的变化范围较窄, 靠近陨硫, 属轻硫型为主的混合型。其分布特点为略具波浪式的塔式分布(图 2)。显示出硫值来源于上地幔或地壳深部。在测试的样品中有一个样为非含矿岩体中采集, 其值为 -5.00×10^{-3} , 如将

* 收稿日期: 2012-04-13; 修订日期: 2012-05-24; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 赵祉友(1946—), 男, 山东高密人, 高级工程师, 主要从事矿产勘查与成矿研究工作; E-mail: zxfw212@126.com。

①山东省第一地质矿产勘查院, 沈滋椿、王学武、赵祉友等, 山东省邹平县王家庄铜矿详细普查地质报告, 1987年。

其剔除,其变化范围更窄,为 $-0.41 \times 10^{-3} \sim -5.27 \times 10^{-3}$ 。离散程度较小,为 4.86,算术平均值为 -3.2 。 δS^{34} 值皆为负值,属轻硫型陨硫 δS^{32} ,较富集,反映了矿质中硫来自上地幔和地壳下部,并在向上运移中受到地壳中的硫部分混染,与含矿岩体的岩浆来源是一致的。

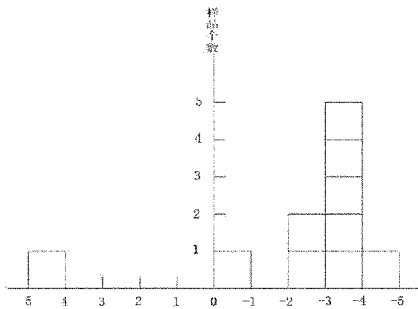


图 2 王家庄铜矿硫同位素分布型态图

表 1 硫同位素测定结果

样品编号	样品名称	取样位置		测定结果(10^{-3})	
		钻孔编号	位置(m)	δS^{34}	δS^{32}
ST8441	硫化物	ZK143	214	-3.12	22.289
42	硫化物	ZK143	189	-4.74	22.326
43	硫化物	ZK150	342~350	-3.50	22.289
44	硫化物	ZK154	425	-3.00	22.287
54	硫化物	ZK167	249.5~250.6	-2.80	22.282
55	硫化物	ZK125	552.95~555.55	-3.50	22.298
56	硫化物	ZK132	146.81~159.69	-5.00	22.109
58	硫化物	ZK161	415.27~420.69	-3.10	22.289
59	辉钼矿	ZK165	228.0~229.0	-0.41	22.19
60	黄铜矿	ZK165	197.40	-2.80	22.282
61	黄铁矿	ZK165	197.40	-5.27	22.338

注:ST8456 样取自二长岩。

3 成矿物理化学条件

3.1 成矿环境

矿区含矿岩体中的副矿物有黄铁矿、黄铜矿、榍石、磷灰石、锆石、辉钼矿、金红石、白钛矿、方铅矿、重晶石等,以前 5 种为主。这种组合缺乏单硫组合 FeS(磁黄铁矿),说明硫的浓度不算太低。岩石中铁的氧化物主要是磁铁矿,表明成岩成矿阶段是处于缺氧的较封闭的环境,矿区内出现较多的固熔体结构也说明了这一点。

3.2 矿液成分

以 Cu, Fe, S 为主的斑岩铜矿,其矿液成分的变化,可由矿床中金属硫化物的共生组合关系得到反映。该矿区常见的金属硫化物有黄铁矿、黄铜矿、斑

铜矿、辉铜矿、砷黝铜矿、方铅矿等,其中以黄铁矿、黄铜矿为主,与江西德兴铜矿相似。斑铜矿与黄铜矿组合局部可见,仅居次要地位。因此矿液中的 Cu, Fe, S 比例较高,而钼的比例相对较低。

3.3 成矿温度

对王家庄矿区不同的岩石和矿石中的包体,分别用均一法和爆裂法进行了一定数量的测试,矿床形成温度为 $121 \sim 553$ °C,以 $150 \sim 450$ °C 为主,变化范围较大(表 2),对岩石和不同类型的矿石分别进行统计,石英正长闪长岩为 $100 \sim 425$ °C,主要为 $325 \sim 425$ °C;粉末一角粒状矿石为 $121 \sim 553$ °C,主要为 $200 \sim 350$ °C;细脉浸染状矿石为 $125 \sim 375$ °C。总体由母岩—粉末角粒状—细脉浸染状逐渐下降的趋势。说明矿床形成温度经历了由高温—中温—低温的演化,而十七号矿体的成矿温度正好在 $200 \sim 350$ °C 之间,属高中温阶段。由各类包体测温资料得知,这一阶段为多类型包体共存,矿液中保持一定盐度,并有沸腾现象。矿液的沸腾显示了压力的降低,可能为隐蔽爆发后的一种反应。

4 控矿因素

4.1 岩相控矿

王家庄含矿杂岩体是由石英闪长岩、二长岩、石英正长闪长岩 3 次侵入、4 个岩相构成的复式中浅成侵入体(图 1),最后一次侵入的内部相石英正长闪长岩是矿床形成的物质基础,矿体均分布于石英正长闪长岩的内部相中,且矿化带的方向与该岩相的分布方向一致,明显地显示了岩相控矿的特征。

4.2 构造控矿

17 号矿体受隐爆角砾岩筒控制,该岩筒平面形态呈直径为 100 m 的圆形。通过采掘坑道观察,岩筒的边界与 17 号特富矿体非常吻合(图 3),筒外是细脉浸染状的斑岩铜矿,而筒内便是粉末一角砾状特富矿体。须提及的是,该岩筒位于含矿岩体内部相的中心部位,是岩浆最后充填、固结的地带,是残浆和矿液的最佳通道。岩筒中的隐爆或坍塌角砾岩空隙度大、四周封闭条件较好,是运矿和容矿的理想场所,这是 17 号矿体能够生成成为特富矿体的关键因素之一^[2]。

4.3 蚀变与矿化

矿区蚀变与矿化关系极为密切,工业矿体几乎

表 2 邹平王家庄矿区矿物包裹体特征及均一测温结果

岩矿名称	分类	气液比(%)	形状	大小(μ)	子晶类型	均一温度($^{\circ}$ C)	其他
网状石英脉 型铜矿石	L 型	5	椭圆形、不规则状	7~14		207~357	包裹体分布在呈分散状 态的石英颗粒中,数量较少
	L 型	5	圆形、椭圆形、不规则状	7~18		146~292	
矿化石英 正长闪长岩	L 型	5~20		7~18	NaCl, KCl 金属硫化物	121~423	包裹体分布在分散状态 的石英颗粒或长石颗粒中。 数量很多
	S 型					330~441	
	L 型	5~15	椭圆形、圆形、 不规则状	7~25	NaCl, KCl	139~330	
	S 型					329~337	
含铜石英脉	L 型	5	不规则椭圆形	10~18	NaCl	186~359	分布在呈分散状态的石 英颗粒中。数量较少
	S 型					449	
石英脉大脉型 块状铜矿石	L 型	5~10	圆、椭圆	10~36		199~279	分布在呈分散状态的石 英颗粒中。数量很多
	S 型	5~7	不规则状石英 负晶	10~12	NaCl, KCl 金属硫化物	230~553	
	V 型	60~70		10~24		406~421	
含辉钼矿的 石英脉	L 型	5~7	圆形、椭圆形	5~7		104~329	分布在分散状态石英颗 粒中。数量较多
	S 型					391~439	
碎裂状含铜 石英大脉	L 型	5~15	椭圆形、圆形	5~8		221~349	分布在石英脉中的石英 颗粒中。数量较多
矿化石英 正长闪长岩	L 型	10~12	圆、椭圆形	5~40	NaCl, KCl 金属硫化物	365~390	分布在分散状态石英晶 体中
	S 型		不规则状			400~420	
	V 型	55	石英负晶			400~410	

注:样品及位置为 W8414-1, ZK150 孔, 350 m。

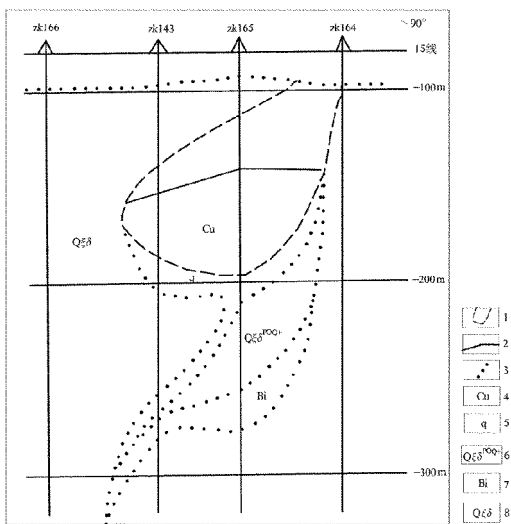


图 3 隐爆角砾岩筒构造略图

1—隐爆角砾岩筒边界;2—原生富铜矿体;3—石英大脉;4—强
钾硅化蚀变带;5—黑云母化蚀变带;6—石英正长闪长岩

毫无例外地赋存于强钾硅化、钾硅化及绢英岩化蚀变带中,尤以内部相的强钾硅化蚀变带中矿化最强烈,由内向外,随蚀变的减弱,矿化也随之减弱,表现出蚀变与矿化呈面型分带的特征。核心部位矿化强度大、成矿元素多、矿物组合复杂、粒度大,向外矿化强度递减,成矿元素减少,矿物组合趋于简单,粒度变小,矿石的构造也由团块状(后因构造破碎而成的粉末一角砾状)向网脉状、细脉浸染状、浸染状、细脉

状过度。

5 矿床成因简析

王家庄 17 号矿体产出于火山颈相的第三次侵入的石英正长闪长岩的中心相,受隐爆角砾岩筒构造控制。区内岩浆岩的岩石化学成分表明,它们属钙碱性向碱钙性过渡而偏碱性岩石,推断其来源为上地幔或地壳下部。

矿区的构造条件比较复杂,破火山口火山构造和 NNW 向区域性构造岩浆带对控岩控矿作用比较明显。2 个不同类型构造的长期活动和继承性发展,成为良好的导岩导矿构造,并为幔源含矿岩浆的分异演化及蚀变作用创造了有利条件。

岩浆的侵位成岩和含矿热液的作用,使近矿围岩遭受广泛的交代蚀变。蚀变过程大致分为 2 大阶段,即岩浆成岩晚期和期后热液矿化蚀变阶段。随着岩浆结晶与冷却,岩体上部体积收缩产生裂隙,形成压力梯度,使含盐度低、流动性大、富含钾质的挥发分透过尚未完全凝固的岩石中已晶出的矿物粒间空隙上升到岩体上部,引起了较大范围的钾化蚀变,并在后期形成了最早的磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿等浸染状金属矿物。在岩体的中心部位,残浆与矿液已发生熔离。由于处在火山通道中心部位,该处聚集了大量气液,它们来不及向上渗透,发生了隐蔽爆

发,形成了角砾岩筒,矿液充填于角砾间隙中。由于隐爆使内压降低,大量金属矿物从矿液中结晶出来,如黄铁矿、黄铜矿、砷黝铜矿、辉钼矿等,形成块状矿石充填于岩石角砾中。由于温度较高,在矿物中出现了较多的固熔体分离结构。在岩浆成岩期后,深部与岩浆同源的富含矿质气液流体,沿岩浆侵入时打开的通道继续上升,在上升中继续由碱性向酸性演化,使岩石遭受较强钾化和较强的硅化,局部绢云母化,沿裂隙形成大量的石英细脉,伴有大量的黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿、斑铜矿等矿化,形成细脉浸染状矿石。在曾经发生隐爆的部位再次发生爆发,使原来形成的块状矿石遭到破碎。温度进一步下降,引起了绿泥石化和碳酸盐化。这 2 种蚀变强度不大且分布零乱,矿化也很微弱,主要以脉状为主。当地壳上升,岩体顶部遭到剥蚀,矿体逐渐裸露和靠近地表,在表生作用下,矿体又遭到了风化和淋滤,使基岩表面出现大面积的高岭土化,在局部多种地质条件的有利部位,出现了一定程度的次生富集作用。经过上述一系列的地质作用和成矿作用,构成了矿床现在的特征^[3]。

综上所述,王家庄 17 号矿体是以高中温为主的热液矿床,并严格受隐爆角砾岩筒控制,并非伟晶岩型矿床。矿体主要是高中温热液会聚,气液交代而成。它的形成首先由气液集聚而隐爆,造成良好的容矿构造,再由矿液充填、交代成原生特富矿体,之后又伴有几次隐爆,才形成了目前国内外少见的特富铜矿体。虽然个别钻孔也见到了伟晶岩细脉,但这些伟晶岩细脉是成矿后侵入的,它切穿了 17 号矿体,这已被井下开采和岩心所证实。同时由钻孔和

巷道观察资料所知,所有伟晶岩细脉规模很小,厚度均在 20 cm 以下,很难想象,以这样规模和能量的细脉能形成如此大的矿床。固然 17 号矿体内见有结晶颗粒较大的矿物,如黄铁矿、黄铜矿等,是因为岩筒内温度较高、矿液多次充填所致,而非伟晶岩脉入侵造成的,况且伟晶岩脉是成矿期后侵入的^[4,5]。

6 结论

邹平铜矿 17 号矿体产出于破火山口中心部位第三次侵入的石英正长闪长岩的内部相,受隐爆角砾岩筒构造控制。其岩浆岩的岩石化学成分表明,它们属钙碱性向碱钙性过渡而偏碱性的岩石,推测其来源为上地幔或地壳下部。其成矿温度为 200~350℃,矿液成分以 Cu, Fe, S 为主,矿物组合中缺乏单硫组合 FeS(雌黄铁矿),含有磁铁矿,表明成矿阶段处于富硫缺氧的较封闭环境。纵上所述,17 号矿体主要是高中温热液会聚、气液交代而成,工业类型属斑岩型铜矿。

参考文献:

- [1] 韩玉珍,王世进,曹秀华.山东省邹平地区铜矿成矿地质条件及典型矿床研究[J].山东国土资源,2008,24(3):21-26.
- [2] 于林松,刘洪波,李世勇,等.邹平火山岩盆地铜多金属成矿对构造岩浆事件的响应[J].山东国土资源,2011,27(12):7-10.
- [3] 李昶绩.济南—邹平地区侵入岩期次划分之我见[J].山东国土资源,1992,(1):68-79.
- [4] 曹秀华,赵法强,邵长伟,等.山东省邹平火山岩盆地铜矿地球物理综合找矿模型及找矿方向[J].山东国土资源,2010,26(9):18-23.
- [5] 马兆同,郝光前,张庆花,等.邹平火山岩盆地铜矿找矿远景分析[J].山东国土资源,2010,26(10):16-21.

Discussion on the Origin of No. 17 Copper Orebody of Zouping Cooper Deposit in Shandong Province

ZHAO Zhiyou¹, GAO Boxing¹, ZHANG Xiangfeng¹, XU Yong¹, MENG Xiangjin¹, RONG Danwen²

(1. No. 1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China; 2. No. 1 Exploration Brigade of Shandong Coal Geology Bureau, Shandong Tengzhou 277500, China)

Abstract: No. 17 orebody of Zouping copper deposit is a high - medium thermal deposit. It is strictly controlled by cryptoexplosive breccia rock pipe. It does not belong to pegmatite deposit which has been recognized by many colleagues in China and abroad. On the basis of exploration and tunnel observation, through study, analysis and contrast, the origin of this deposit has been determined, and some fuzzy thoughts and guess have been identified as well.

Key words: Zouping copper deposit; origin; cryptoexplosive breccia rock pipe; quartz syenite diorite; Shandong province