

铜矿床, 斑岩铜矿床, 矿床成因, 地壳控制
角砾岩筒

8-13

新疆乌伦布拉克隐爆角砾岩筒型斑岩铜矿成矿地质特征

喻亨祥

(中国科学院长沙大地构造研究所·长沙·410013)

林锦富 刘家远 胡承琦

(桂林工学院·桂林·541004)

p618-416-5
p618-416-2

矿床直接产于一套浅成—超浅成或次火山侵入的花岗质潜火山杂岩中。赋矿岩石为斜长花岗岩、石英闪长岩、闪长岩及英安玢岩质隐爆角砾岩。矿石矿物有孔雀石、兰铜矿、兰辉铜矿、赤铜矿、黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿等。矿石结构构造为交代残余结构、包含结构和星点状、细脉状、网脉状、团块状构造。围岩蚀变为硅化、赤铁矿化、碳酸盐化、绢云母化和绿泥石化。成矿温度为119℃~190℃。成矿时代为海西中晚期。隐爆角砾岩筒中石英—钾长石—黄铜矿脉的石英包裹体氢氧同位素 δD 为 -101.7% , $\delta^{18}O$ 为 8.4% , 钾长石 K—Ar 法年龄为 211 ± 3 Ma。

关键词 花岗质潜火山杂岩 隐爆角砾岩筒型斑岩铜矿 地质特征 乌伦布拉克 新疆

乌伦布拉克铜矿位于新疆奇台县北塔山区八一牧场东北约18 km处的乌尔木布拉克河边。60年代曾进行过普查评价,认为该矿为热液脉状小型铜矿,无发展前景。作者对该矿进行了专门检查,发现与铜矿化密切相关的岩石是一套由潜火山作用所形成的花岗质潜火山杂岩。矿床类型属隐爆角砾岩筒型斑岩铜矿。与潜火山作用有关的铜矿床在新疆尚属首次发现。

1 区域地质概况

区内出露的地层主要有志留纪浅变质碎屑岩、硅质岩、火山碎屑岩,泥盆纪海相火山岩、火山碎屑岩、碎屑岩和石炭纪基性—酸性火山熔岩、火山碎屑岩、碎屑岩。区域大地构造属准噶尔地洼区东准地穹系,在晚古生代,属准噶尔北塔山褶皱束,褶皱束方向为 $310^\circ \sim 320^\circ$,由华力西火山碎屑岩、火山岩夹沉积碎屑岩组成。区内最主要的断裂构造是喀什开尔索克大断裂,它位于库普大断裂以北拉斯铁至乌尔木布拉克河口一线,向北延伸穿越奥什克山,南端与库普大断裂相交,走向

$315^\circ \sim 340^\circ$,倾向 N、NE,长约100余 km,为一长期活动逆断层。区域岩浆活动强烈,岩浆岩从超基性、基性、中性到酸性都有分布,以花岗岩发育最盛。岩浆活动主要集中在海西中期到海西中晚期。

2 矿区地质特征

2.1 地层

矿区出露地层(图1)为分布于西部的中泥盆统北塔山组和东部的下石炭统南明水组。北塔山组从下往上岩性为灰绿色凝灰岩、凝灰质砂岩、黄褐色钙质砂岩、凝灰岩、凝灰质砂岩,灰色岩屑砂岩、紫色钙质含砾砂岩、含生物碎屑灰岩夹钙质砂岩、灰绿色火山凝灰岩。南明水组与北塔山组呈断层接触,为一套千枚岩化、板岩化砂岩、泥岩。

2.2 构造

矿区内主要发育两组主干断裂。一组是 NW 走向挤压破碎带,它纵贯整个矿区,宽约 50m~100m,发育于北塔山组地层中,带内岩石强烈锃石化、菱铁矿化,地貌上呈一鲜明的黄褐色带。卷入破碎带的岩石有隐爆角砾

本文1997年10月收到,文元亮编辑。

* 国家305项目85-902-03-04专题“东准富碱花岗岩地质意义与合矿前景研究”及96-915-02-06专题“新疆阿尔曼泰—双峰山一带金铜找矿评价及勘查地球化学研究”部分成果。

岩、斜长花岗岩、石英闪长岩、闪长岩、角岩、钙质砂岩、大理岩化生物碎屑灰岩,它们均遭受不同程度的片理化作用,片理走向与破碎带延伸方向一致。另一组构造为 NNW 走向逆冲断裂,倾向 NEE,倾角 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$,是矿区内规模较大的逆冲断裂,也是矿区内南明水组和北塔山组的分界线。此外,受主干断裂控制,矿区还发育 NW、NE 和近 SN 走向的多组次级断裂,它们是矿区内的主要控岩控矿构造。

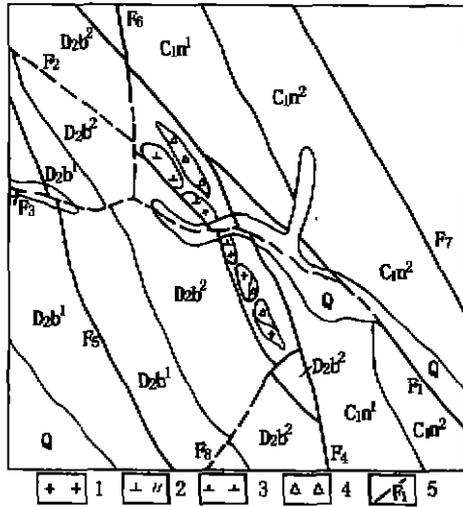


图 1 新疆乌伦布拉克铜矿区地质略图

Q—第四系;C_{1n}¹—下石炭统南明水组中段砂岩、凝灰质粉砂岩;C_{1n}²—下石炭统南明水组下段片理化、千枚岩化粉砂岩;D_{2b}²—中泥盆统北塔山组上段凝灰质砂岩、钙质砂岩;D_{2b}¹—中泥盆统北塔山组下段细砾岩、含砾砂岩、砂岩;1—斜长花岗岩;2—石英闪长岩;3—黑云母闪长岩;4—隐爆角砾岩;5—断裂及编号

2.3 岩浆岩

矿区内出露的岩浆岩为一套花岗质潜火山杂岩,岩石类型有斜长花岗岩、石英闪长岩、闪长岩和英安玢岩质隐爆角砾岩(图 1)。

斜长花岗岩主要出露在矿区中部和南部,均呈规模不大的岩枝、岩瘤或微细线脉侵入黄褐色钙质砂岩中,接触处钙质砂岩发生角岩化,形成暗褐色致密块状角岩。局部可见钙质砂岩呈悬垂体覆盖于斜长花岗岩之上(图 2),说明岩体剥蚀深度不大。矿区中部

出露的两处斜长花岗岩分别与 I 号、II 号隐爆角砾岩相接触,受岩浆隐蔽爆破作用—震碎震裂作用的影响,斜长花岗岩发生了强烈震碎而成为斜长花岗质震碎角砾岩和震碎斜长花岗岩。矿区南部出露的几处斜长花岗岩则全部卷入了 NW 向挤压破碎带中,发生了强烈的片理化、糜棱岩化而成为片麻岩、糜棱岩。斜长花岗岩呈花岗结构、残余花岗结构、糜棱结构;块状构造、碎裂构造、角砾状构造。主要矿物为斜长石、石英、钾长石。石英呈它形粒状、不规则状,粒径一般 $0.3 \text{ mm} \sim 1 \text{ mm}$,多具波状消光,包裹体比较发育,含量在 26% 左右。斜长石为更长石,呈它形、半自形,粒径一般为 $0.3 \text{ mm} \sim 1.5 \text{ mm}$,多发生钠长石化,含量 70% 左右。钾长石呈它形粒状,粒径 $< 1 \text{ mm}$,含量近 3%。岩石遭受钾化、硅化、碳酸盐化、铁白云石化、绢云母化、黄铁矿化等较强烈蚀变,并普遍具有铜矿化。

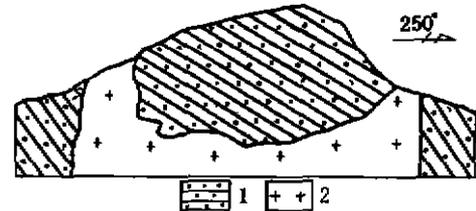


图 2 本区斜长花岗岩与围岩接触关系素描图

1—泥盆系钙质砂岩;2—斜长花岗岩

石英闪长岩和闪长岩主要出露在矿区中部和北部,呈岩瘤状侵入于钙质砂岩中,并同钙质砂岩一起被卷入矿区 NW 向挤压破碎带中,岩体边部因受构造作用而具片理化,同时伴有铜矿化。岩石具细粒—中细粒半自形粒状结构。主要由斜长石(含量约 80%)、黑云母(10%~15%)及少量石英(1%~5%)组成。当石英含量超过 5% 时,岩石则由闪长岩递变为石英闪长岩。蚀变强烈,主要有钾化、绿泥石化、碳酸盐化、铁白云石化、硅化。

英安玢岩地表未见出露,主要根据目前地表所见隐爆角砾岩角砾和胶结物同为英安玢岩质熔浆的特点,判定应有产生隐蔽爆破

的英安玢岩质母岩浆侵入形成的英安玢岩质次火山侵入体的存在。据英安玢岩质熔浆胶结物的特点,岩石呈疏斑结构,块状构造。斑晶由细小的自形板状斜长石和石英组成。基质呈显微隐晶质结构、霏细结构,主要由极细小的长英质物质组成。副矿物主要有磁铁矿、磷灰石、锆石。

隐爆角砾岩是指由来自深部的岩浆,在特定的构造条件下,以很快的速度上升到近地表带的超浅成环境,由于物理化学条件的骤然变化,特别是压力的突然降低,岩浆中的气体迅速外逸、爆炸,从而导致岩浆在地下的隐蔽爆破,而形成的超浅成侵入角砾岩体。据刘家远(1982)研究^[1],隐爆角砾岩的判别主要有4条标志:1)与母岩体(超浅成或次火山侵入体)在空间上和时间上紧密伴生、相互依存的血缘联系;2)外缘围岩震碎带的存在及震碎产物与隐爆角砾岩依存演变的规律伴生关系;3)受母岩浆制约的角砾与胶结物成分的一致性;4)角砾岩体的产状通常较陡和通过角砾及角砾与胶结物的相互关系所反映的并为岩浆隐蔽爆破作用所固有的热塑及高压释放状态下的成岩特征。只要同时具备上述标志中的两条,即可判定其为隐爆角砾岩。通过地面评价工作证实,乌伦布拉克矿区存在一个受NW向断裂构造控制的矿化角砾岩带,在这个带内已初步圈出15处规模不等的角砾岩筒(体),其中能确立为隐爆角砾岩的仅有3处,其余大部分为震碎角砾岩。隐爆角砾岩主要出露在矿区中部,与斜长花岗岩空间关系密切,均侵入于角岩或角岩化钙质砂岩中,同时多处见到其与侵入于角岩中的斜长花岗岩也呈侵入接触。接触处角岩和斜长花岗岩受到岩浆隐蔽爆破作用所产生的机械能的冲击,发生不同程度的震碎震裂而形成震碎角砾岩和震碎(或碎裂)斜长花岗岩、震碎角岩,并围绕隐爆角砾岩形成规律的震碎带,震碎带范围明显大于隐爆角砾岩范围(图3)。多数情况下仅见震碎角砾岩而未见

隐爆角砾岩出露,表明矿区内的隐爆角砾岩及其伴生的母岩侵入体一次火山侵入体大多隐伏于地下,呈隐伏状态产出。隐爆角砾岩规模较小,形态各异,以近于筒状体产出为主,岩筒长约30m~60m,宽约10m~20m。陡立的筒状侵入产状和外缘围岩震碎带的存在,显示了隐爆角砾岩与其它角砾岩(如火山角砾岩、构造角砾岩)相区别的成岩特征。隐爆角砾岩呈致密块状、角砾状构造,局部角砾

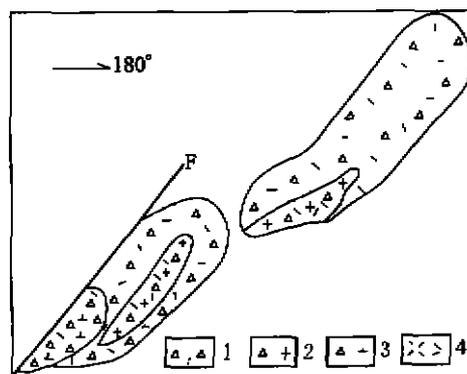


图3 隐蔽爆破产物分带简图

1—角岩质震碎角砾岩;2—斜长花岗岩震碎角砾岩;
3—隐爆角砾岩;4—浸染状铜矿化

数量减少递变为凝灰状构造。角砾大小不等,径长从数十cm至数mm均有;形态各异,从棱角状、次棱角状到次浑圆状、浑圆状均有,一般英安玢岩角砾和斜长花岗岩角砾均呈次浑圆状、浑圆状,而角岩、钙质砂岩等其它围岩角砾多呈棱角状、次棱角状。角砾岩体内可见次浑圆状、浑圆状角砾沿角砾岩体上侵方向(岩筒轴向)和走向(水平方向)定向排列的塑性流动构造现象(图4),充分显示了隐爆角砾岩在热塑、高压释放状态下的成岩特征。角砾的成分复杂,主要包括英安玢岩、斜长花岗岩、玄武岩、角岩、变质砂岩、凝灰质泥岩等,以圆度较好的英安玢岩和斜长花岗岩普遍发育为其突出特征。胶结物以同成分的隐晶质英安玢岩质熔浆为主,同时有成分复杂的其它岩粉细屑。在岩石化学和稀土元素特征方面,隐爆角砾岩和与其伴生的斜长花岗岩也很相似(表1,表2,图5),反映

二者为同源岩浆作用的产物。英安玢岩角砾与英安玢岩质熔浆胶结物的存在,反映了隐爆角砾岩角砾与胶结物同受英安玢岩质母岩浆制约的特性,这也是隐爆角砾岩区别于其它角砾岩的一个重要标志。岩石蚀变强烈,主要有钾化、硅化、绢云母化、碳酸盐化、绿泥石化、绿帘石化、黄铁矿化、赤铁矿化等。

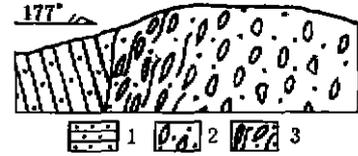


图 4 隐爆角砾岩体中角砾流动构造素描图
1—泥盆系钙质砂岩;2—隐爆角砾岩体;3—流动构造

表 1 新疆乌伦布拉克铜矿花岗质岩石化学成分 10^{-2}

岩石类型	样号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO
斜长花岗岩	9682405	67.43	0.32	15.56	2.14	0.30	0.02	0.31
隐爆角砾岩	TC4	66.69	0.54	14.50	4.32	1.43	0.04	1.10
岩石类型	样号	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	灼失	总量	
斜长花岗岩	9682405	2.87	4.92	2.02	0.12	3.65	99.66	
隐爆角砾岩	TC4	2.49	3.56	2.93	0.10	4.36	100.32	

测试单位:地矿部武汉综合岩矿测试中心(湖北省地质实验研究所),1997

表 2 新疆乌伦布拉克铜矿花岗质岩石稀土元素丰度 10^{-6}

岩石类型	样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
斜长花岗岩	9682405	11.54	22.19	2.73	9.50	1.96	0.57	1.48	0.24
隐爆角砾岩	WTC4	11.55	23.01	3.28	13.79	2.80	0.08	2.76	0.45
岩石类型	样号	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE
斜长花岗岩	9682405	1.16	0.24	0.63	0.10	0.64	0.11	6.66	59.75
隐爆角砾岩	WTC4	2.91	0.58	1.68	0.26	1.65	0.26	16.40	82.12

测试单位:地矿部武汉综合岩矿测试中心(湖北省地质实验研究所),1977

3 成矿作用特征

3.1 主要矿化类型

从目前调查的情况来看,矿区内存在 3 种类型铜矿化:(1)隐爆角砾岩筒型;(2)岩体接触带型;(3)斑岩型。角砾岩筒型铜矿化严格受隐爆角砾岩筒控制,集中产于隐爆角砾岩及其外缘震碎角砾岩中(图 3)。矿区内出露的 3 处隐爆角砾岩普遍具有明显而强烈的铜矿化。铜矿物主要为孔雀石、兰铜矿、辉铜矿、黄铜矿、斑铜矿、黝铜矿。矿化形式有星点浸染、细脉浸染和脉状(石英—钾长石—黄铜矿脉)等 3 类。以全部施工于斜长花岗质震碎角砾岩和其外围角岩质震碎角砾岩中的 TC6 号探槽为例,整个探槽(28m 长)全部处于铜矿化带内,而以含 Cu 0.2% 为边界品位所圈定的铜矿体厚达到 26m, Cu 平均品位为 0.46%,最高品位为 1.46%。此类铜矿化成因上与英安玢岩质隐爆角砾岩筒密切相关,

属次火山岩浆作用之产物。

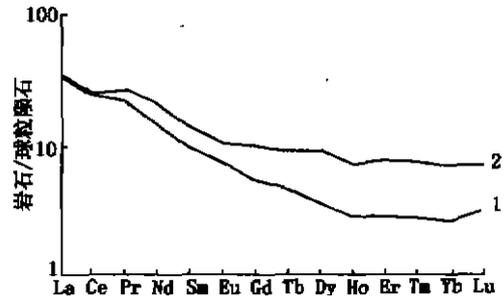


图 5 花岗质岩石稀土元素配分模式

(球粒陨石值据 Wakita, 1971)

1—斜长花岗岩; 2—隐爆角砾岩

接触带型铜矿化主要受矿区内斜长花岗岩与凝灰岩的接触带所控制。此类矿化比较特殊,目前仅在与 I 号隐爆角砾岩相接触的斜长花岗岩侵入于凝灰岩中所形成的接触带中所见,而斜长花岗岩与钙质砂岩的接触带中则未见矿化。铜矿物主要为孔雀石、兰铜矿、辉铜矿、黄铜矿、斑铜矿、黝铜矿。矿化形式为细脉浸染状和细脉状。

斑岩型铜矿化严格受斜长花岗岩和石英闪长岩控制。矿区内出露的石英闪长岩体和斜长花岗岩体,包括只有几厘米宽的斜长花岗岩线脉都具铜矿化。铜矿物主要为孔雀石、兰铜矿、辉铜矿、黄铜矿、斑铜矿、黝铜矿。矿化形式有星点浸染、细脉浸染。

3.2 热液蚀变与成矿

与接触带型铜矿有关的蚀变主要为钾化、绿泥石化、绿帘石化、角岩化,同时伴有硅化、绢云母化、碳酸盐化、褐铁矿化。与隐爆角砾岩筒型铜矿和斑岩型铜矿有关的蚀变主要为钾长石化、硅化、绢云母化、赤铁矿化、绿泥石化、绿帘石化、碳酸盐化和褐铁矿化,此外还偶见钠长石化。一般蚀变愈强烈,蚀变类型复杂多样且叠加发育,矿化愈强烈。

3.3 矿石结构构造及物质组成

矿石结构以它形粒状结构、各种交代结构为主;构造主要为细脉浸染状、星点状构造,次有脉状、网脉状和团块状构造。矿区内地面所见矿石均为氧化带铜矿石,氧化淋滤作用普遍,由于氧化淋滤作用所形成的交代残余结构、包含结构等十分发育(图6)。

矿石的物质组成方面,原生矿矿石矿物以黄铜矿为主,次有斑铜矿、砷黝铜矿及少量方铅矿、黄铁矿、磁铁矿、赤铁矿,次生矿物以孔雀石和赤铁矿为主,次有兰铜矿、兰辉铜矿、红铜矿和褐铁矿;脉石矿物以石英为主,次有钾长石、绿泥石、绢云母,方解石及少量高岭石、角闪石。总体上看,矿石矿物成分以赤铁矿、褐铁矿、磁铁矿等铁的伴生氧化矿物的广泛发育为特征;反映在矿石化学成分方面,与主成分铜伴生的组分主要有 Mo、Au、Te、As 等元素。送西澳矿业公司的3件不同类型矿石分析结果表明,矿石含 Au、Te、As 普遍较高,其中石英—钾长石—黄铜矿脉状矿石含 Cu 3.8%、Au 0.19×10^{-6} 、Te 175×10^{-6} 、As 20×10^{-6} ;含铜斜长花岗岩中细脉状斑铜矿矿石含 Cu 2.9%、Au 0.39×10^{-6} 、Te 7.5×10^{-6} 、As 10×10^{-6} ;隐爆角砾岩铜矿

石含 Cu 0.19%、Au 0.07×10^{-6} 、Te 380×10^{-6} 、As 15×10^{-6} 。

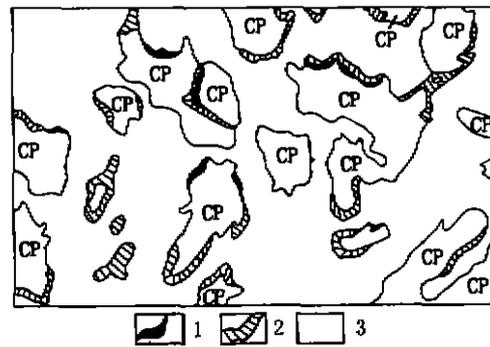


图6 矿石交代残余结构图

(据幻灯片示意素描)

CP—黄铜矿;1—红铜矿;2—蓝辉铜矿;3—赤铁矿

3.4 成矿流体及稳定同位素特征

澳大利亚西部矿业公司(W. M. C.)对3件矿石包裹体测定结果:石英—钾长石—黄铜矿脉状矿石均一温度为 $130^{\circ}\text{C} \sim 190^{\circ}\text{C}$,盐度为 3.3wt% ~ 3.7wt%;含铜斜长花岗岩中细脉状斑铜矿矿石均一温度为 $224^{\circ}\text{C} \sim 290^{\circ}\text{C}$,盐度为 4.1wt% ~ 11.8wt%;隐爆角砾岩铜矿石均一温度为 $119^{\circ}\text{C} \sim 180^{\circ}\text{C}$,盐度为 9.6wt% ~ 11.2wt%。成矿温度属浅成低温,成矿流体含盐度中等,与角砾岩筒型斑岩矿床和浅成低温热液次火山岩型矿床相似。

据隐爆角砾岩中一组石英—钾长石—黄铜矿脉样品作的氢氧同位素测定,其结果为 $\delta\text{D}: -101.9\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O} = 8.4\text{‰}$,与东准地区索尔库都克斑岩铜矿石英包裹体水的氢氧同位素组成($\delta\text{D} = -101\text{‰} \sim -102\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O} = 2.3\text{‰} \sim 5.6\text{‰}$)相近。唯 $\delta^{18}\text{O}$ 值偏高,表明乌伦布拉克铜矿成矿流体主要来自岩浆水,同时有一定天水混合。

3.5 成矿时代

据隐爆角砾岩中晚期的含铜石英—钾长石—黄铜矿脉所做的钾长石 K—Ar 法测定年龄为 $211 \pm 3\text{Ma}$,属印支期。虽然钾长石 K—Ar 法年龄测定误差较大,但可据此间接推断成矿时代至少是在印支旋回以前,即成

矿与成岩基本同期或稍晚,属海西中晚期。

4 结语

综上所述,矿区内以 NNW—NW 向断裂为主,辅以 NE、NW 和近 SN 向等多组断裂控制了含矿岩体与矿床的空间分布;多种类型铜矿化与矿区内发育的一套浅成—超浅成(或次火山)花岗质岩浆建造具有密切的成生联系;岩浆建造为成矿提供了丰富的主矿源;岩浆隐蔽爆破作用、岩浆接触交代作用和岩浆期后热液交代充填作用是铜的主成矿作

用;多种类型铜矿化密切伴生,空间上符合多位一体复合成矿模式,成因上则符合多因复成成矿模式,矿床类型总体上应属角砾岩筒型斑岩铜矿床;矿区剥蚀程度很浅,含矿隐爆角砾岩的母岩体——次火山英安玢岩尚隐伏于地下,矿区内出露的大多为隐爆角砾岩体之上的震碎角砾岩,隐爆角砾岩主体还隐伏于地下,表明矿区具有十分广阔的找矿前景。

参考文献

- 1 刘家远.江西燕山期隐爆爆破相岩石特征与成矿关系.地质与勘探,1982(5):8~25

METALLOGENIC FEATURES OF THE ULUNBU LAKE PORPHYRY COPPER DEPOSIT HOSTED IN CRYPTOEXPLOSION BRECCIA PIPE, XINJIANG

Yu Hengxiang, Lin Jinfu, Liu Jiayuan, Hu Chengqi

The Ulunbulake copper deposit is hosted in a suite of hypabyssal or subvolcanic complex composed of plagiogranite, quartz diorite, diorite, and dacite porphyry cryptoexplosion breccia. Ore minerals consist of malachite, azurite, digenite, cuprite, chalcopyrite, bornite, pyrite etc. Ore is characterized by replacement remnant texture, poikilitic texture, disseminated structure, veinlet structure and massive structure. The thermal alteration features silicification, hematization, carbonitization, sericitization and chloritization. The metallogenic temperature ranges from 119°C to 190°C. δD is -101.7‰ and $\delta^{18}O$ is 8.4‰. The metallogenic age is dated about 211 ± 3 Ma by K-Ar method.

Key words granitic subvolcanic complex, porphyry copper deposit hosted in cryptoexplosion breccia, metallogenic feature, Ulunbulake, Xinjiang



第一作者简介:

喻亨祥 男,1969年生。1992年毕业于桂林冶金地质学院化探专业,1995年在桂林工学院获硕士学位。现为中科院长沙大地构造研究所攻读博士生,大地构造与成矿学专业。

通讯地址:湖南长沙市 中国科学院长沙大地构造研究所 邮政编码:410013

(上接第7页)

GEOLOGY AND PROSPECTING OF THE PENGJIAKUANG GOLD DEPOSIT, SHANDONG

Sheng Yuanchao, Xie Hongyuan, Li Guangming, Liu Tiebing, Sun Xiuying, Wang Yuejun

It is indicated that the structure in this area is characterized by NE-trending strike slip fault which was transformed into extension structure in the Pengjiakuang area and formed a detached fault between conglomerate of Cretaceous Laiyang Formation and metamorphic complex of Lower Proterozoic Jingshan Group which hosts the Pengjiakuang gold deposit. It is genetically a gold deposit hosted in conglomerate and concerning with meteoric water formed in volcanic period. The orebodies feature the large complex lens dipping $155^\circ + 10^\circ$ at angle of $45^\circ + 10^\circ$. The geology of the deposit indicates that it will be expected to be a large-sized gold deposit.

Key words Pengjiakuang gold deposit, gold-bearing interstratified gliding conglomerate, transformation of structure, structural lense



第一作者简介:

沈远超 男,1943年生。1981年毕业于中国科技大学研究生院岩石学专业。现为中国科学院地质研究所研究员,从事岩浆流体及成矿预测等方面的研究。

通讯地址:北京祁家豁子 中国科学院地质研究所矿产资源研究中心 邮政编码:100029