

四川省会理县海潮铜矿床的成矿地质特征

贺勇刚, 唐述文, 易建, 黄隆鸿

(四川省冶金地质勘查院, 成都 610051)

摘要: 四川省会理县海潮铜矿赋存于中元古界落雪组白云岩类和碳质板岩中, 矿体呈层状、似层状及透镜状产出, 产状与地层基本一致, 局部具有分支现象; 主要的围岩蚀变有褪色化、硅化、碳酸盐化和绢云母化; 共有6个工业铜矿体, 其中I1和I2矿体为主矿体; 矿石自然类型以原生矿石为主, 另有部分氧化矿石; 根据赋矿岩石可分为板岩型和白云岩型。海潮铜矿床是中元古代裂谷环境下形成的热水沉积—改造型矿床。

关键词: 海潮铜矿; 地质特征; 找矿标志; 控矿因素; 会理; 四川省

中图分类号: P613; P618.41 **文献标识码:** A

0 引言

川滇铜成矿带西起四川会理黎溪—拉拉一带, 经会理的通安、会东的淌塘—小街等地, 到云南汤丹—东川一带; 成矿带呈EW向展布, 全长超过100 km; 带内的主要含铜岩系云南东川地区称东川群, 四川境内原称通安组并置于会理群^[1-2]; 根据近年来的研究, 通安组的一段至四段与东川群的因民组、落雪组、黑山组和青龙山组大致相当^[3], 是在拉张裂谷背景下沉积的一套复理石建造^[4-6], 同位素年龄为1 750~1 500 Ma, 为中元古代早期(长城纪)的产物^[7-8]; 中新元古代的构造活动强烈, 岩浆活动频繁, 火山岩和侵入岩都很发育, 为海潮铜矿床的成矿提供了地质条件。

海潮铜矿床(原称大箐沟矿段)位于四川省会理县通安区的海潮乡—竹箐乡。自古以来, 通安一带的铜业采掘就十分兴盛。上世纪30年代晚期, 袁复礼、苏良赫、汤克成等便到通安一带进行铜矿调查^[9], 并著有考察论文^[10]。20世纪70年代中期, 原冶金地质601队对大箐沟矿段(即海潮铜矿)进行了深部评价工作; 2004年, 四川地质勘查局六〇一队对矿区资源量进行了核实。2016年, 受业主会理县

晨鑫矿业有限责任公司的委托, 四川省冶金地质勘查院对海潮铜矿进行地质详查工作。本文基于详查工作对矿床的地质特征进行阐述, 并对矿床成因等问题进行初步探讨, 以期为进一步的找矿和地质研究提供资料。

1 矿区地质特征

1.1 地层

海潮铜矿区出露地层由新到老依次为: 中生界上白垩统小坝组下段(K_2x^1), 中元古界落雪组(Pt_2l), 中元古界黑山组(Pt_2h)和中元古界双水井组(Pt_2sh)。其中, 海潮铜矿主要赋存于中元古界落雪组的下段(图1)。

(1) 上白垩统小坝组下段(K_2x^1)。分布在矿区F₉断裂以西地区, 与中元古界为断层接触; 岩性为河湖相沉积的紫红色砂砾岩、泥岩及灰白色泥灰岩。厚度>150 m。

(2) 中元古界双水井组(Pt_2sh)。在矿区西南部呈局部的透镜体状出露, 与上覆上白垩统小坝组呈角度不整合接触, 岩性为紫灰色—深灰色铁质硅质板岩、紫红色铁质砂岩, 含铁绢云母粉砂质板岩, 局部夹透镜状赤铁矿。厚度>158 m。

收稿日期: 2018-07-31; 改回日期: 2019-02-13 责任编辑: 余和勇

作者简介: 贺勇刚(1984—), 男, 工程师, 从事地质矿产勘查工作。通信地址: 四川省成都市成华区地勘路6号, 四川省冶金地质勘查院; 邮政编码: 610051; E-mail: 357893754@qq.com

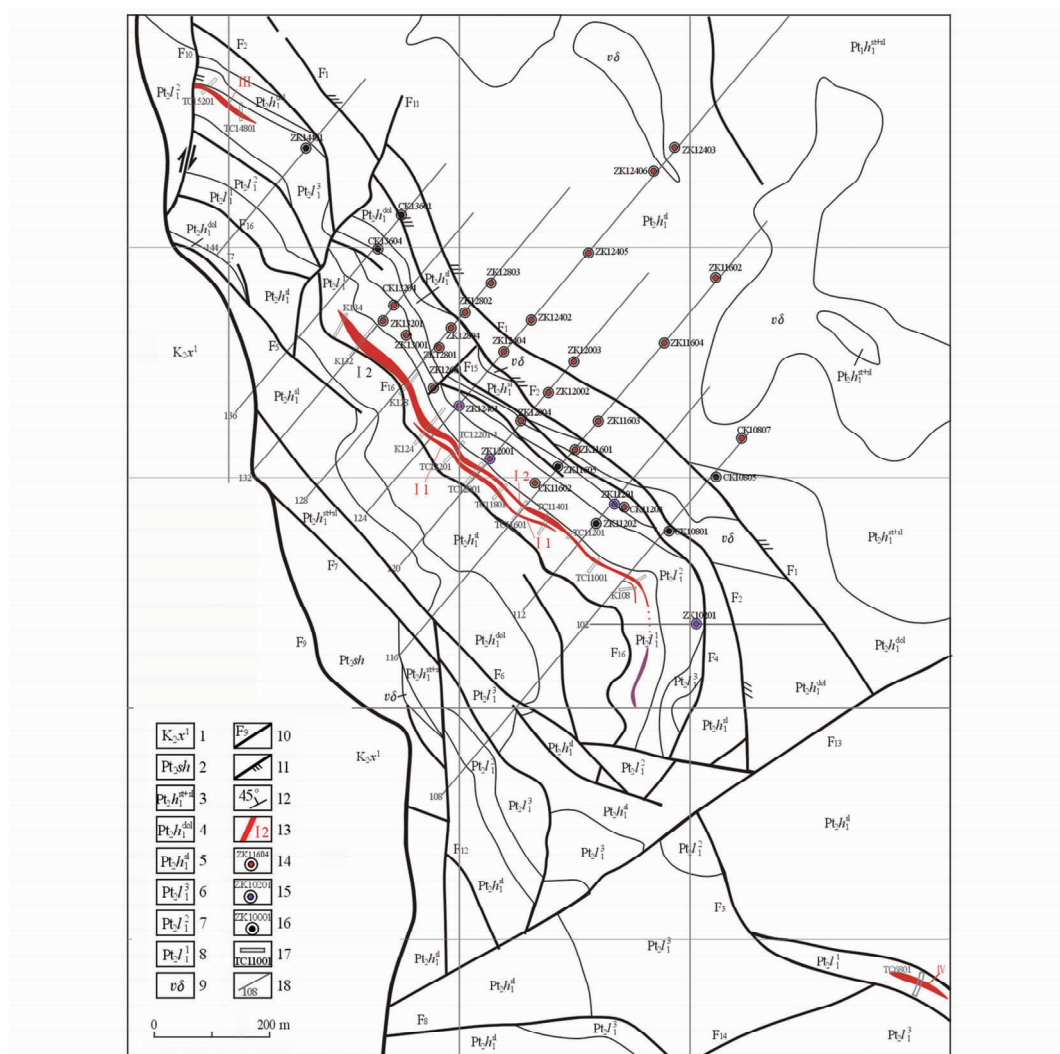


图 1 海潮铜矿区地质图

Fig. 1 Geological map of Haichao copper mine district

1. 上白垩统小坝组下段;2. 中元古界双水井组;铁质硅质板岩、紫红色铁质砂岩,含铁绢云母粉砂质板岩;
3. 黑山组下段;长石英英粉砂岩+绢云板岩层;4. 黑山组下段;厚层状白云岩层;5. 黑山组下段;黑色碳质板岩层;
6. 落雪组上段;7. 落雪组中段;8. 落雪组下段;9. 辉长辉绿岩;10. 断裂破碎带及编号;
11. 压扭性断裂;12. 产状;13. 工业矿体及编号;14. 钻孔(工业矿体)及编号;
15. 钻孔(低品位矿体)及编号;16. 未见矿钻孔及编号;17. 探槽及编号;18. 勘探线及编号

(3)中元古界黑山组下段(Pt_2h_1)。在矿区内呈NW向展布,未见顶底;与上覆双水井组呈角度不整合接触。自下而上划分为粉砂岩—板岩层、白云岩层及碳质板岩层等3层。碳质板岩层($Pt_2h_1^{sl}$)为黑色碳质板岩,局部夹薄层绢云板岩、泥砂质白云岩;白云岩层($Pt_2h_1^{dol}$)为深灰色—青灰色厚层状白云岩,具网脉状硅质条带,局部夹有薄层灰色粉砂质板岩;粉砂岩板岩层($Pt_2h_1^{st+sl}$)为灰色—深灰色绢云母板岩和变泥质长石石英粉砂岩互层,夹薄层泥质微晶白云岩。厚度 $>425\text{ m}$ 。

(4)中元古界落雪组(Pt₂l)。为矿区铜矿体的

赋存层位;落雪组与黑山组呈断层接触关系;从北西到南东,地层的厚度逐渐变厚,泥砂质和藻类逐渐减少,碳酸盐成分逐渐增加;据岩性组合可分为3岩性段:下段($Pt_2 l^1$)为灰色中层含凝灰质白云岩、泥砂质白云岩、含藻白云岩、灰黑色碳质板岩,为矿区的主要含铜层位;中段($Pt_2 l^2$)为浅肉红色—深灰色条带状含磁铁矿白云质粉砂岩、粉砂质白云岩与绢云母粉砂质板岩互层,普遍含铁质及磁铁矿颗粒,长石含量高;上段($Pt_2 l^3$)为浅灰色粉砂质白云岩、微晶白云岩,为矿区的次要含铜层位。厚度 >94 m。

1.2 构造

矿区褶皱构造不发育,地层主要表现为倾向NE的单斜构造。矿区内断裂构造发育,NW向断裂最为发育,另外,还有部分近SN向、NE向断裂。

1.3 岩浆岩

在矿区西南外围的明槽山断裂破碎带中见有细碧岩、角斑岩和变火山角砾岩产出;区域的中元古界因民组 and 落雪组中均出现凝灰质岩石。中元古代的火山活动和火山物质的参与使区域地层中铜元素富集,是本区层状铜矿体中成矿物质的重要来源。

矿区内的岩浆岩主要为晚二叠世岩床状、岩墙状辉长辉绿岩,侵入到中元古界浅变质岩中;另有闪长岩脉出露于大洼子顶一带。

2 铜矿体地质特征

2.1 含矿层位及岩性特征

矿区的铜矿化明显受到中元古界层位与岩性的严格控制:铜矿化集中发育在落雪组下段的底部,赋矿岩石为灰黑色碳质板岩、灰白色泥砂质凝灰质白云岩、含藻白云岩和深灰色微晶白云岩;铜矿体呈层状、似层状及透镜状产出,铜矿体与围岩平行产出,二者的产状基本一致,并无明显界线,多为渐变过渡关系;铜矿体的顶板为浅灰色中厚层粉砂质白云岩、白云岩夹变余粉砂岩,底板为灰黑色碳质板岩^[11](图2)。

2.2 矿体特征

矿区共圈定出6个工业铜矿体。其中,包括2个主要矿体(编号为I1和I2),2个次要矿体(编号为I3和II号)和2个零星小矿体(编号为III和IV)。宏观上铜矿体呈NW向近平行状产出,I1号、I2号、III号和IV号矿体均出露地表,I3和II号矿体为隐伏矿体。I1号和I2号铜矿体呈层状或似层状产出,其他矿体则呈透镜状。

中部和西北部的铜矿体结构简单稳定,品位较富;东南部铜矿体的厚度有所增大,铜品位则有变贫趋势,且矿体出现分支,矿层结构较为复杂。

以I1号和I2号铜矿体为例,简述矿体的地质特征。

(1) I2号矿体。赋存于落雪组下段的中下部,分布于136线—102线间。铜矿体赋存高程为1421~2186 m,最大埋深765 m。矿体呈层状、似层状,矿体产状与围岩基本一致,倾向30°~60°,倾角30°~70°,地表矿体倾角较陡,多为70°,深部变为50°~

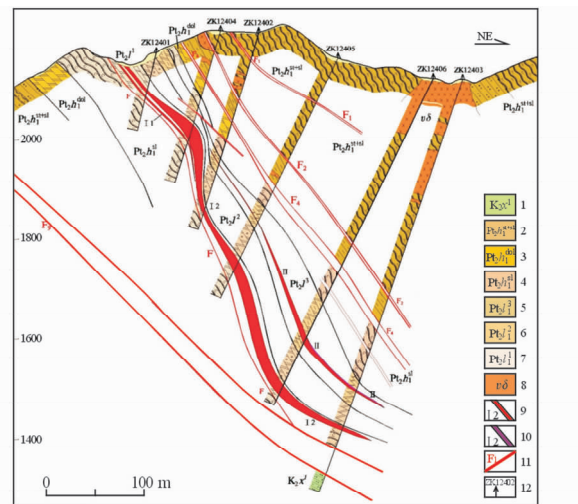


图2 海潮铜矿区124号勘查线剖面图

Fig. 2 Geological section along 124 exploration line in the Haichao copper mine district

1. 上白垩统小坝组下段;
2. 中元古界黑山组下段:长石石英粉砂岩+绢云板岩层;
3. 黑山组下段:厚层状白云岩层;
4. 黑山组下段:黑色碳质板岩层;
5. 落雪组上段;6. 落雪组中段;
7. 落雪组下段;8. 辉长辉绿岩;
9. 工业矿体及编号;10. 低品位矿及编号;
11. 断裂及编号;12. 钻孔及编号

60°,124线深部变缓为30°。铜矿体长622 m,最大斜深843 m,矿体垂直纵投影面积为0.229 km²。矿体厚度1.29~21.51 m,平均7.05 m,厚度变化系数76.49%,厚度较稳定;单工程平均品位 $w(\text{Cu}) = 0.52\% \sim 2.02\%$,平均0.91%,品位变化系数76.56%,矿石有用组分较均匀,其中氧化矿品位 $w(\text{Cu}) = 0.76\% \sim 2.02\%$,平均品位1.22%;原生矿品位 $w(\text{Cu}) = 0.52\% \sim 1.55\%$,平均品位0.89%。

(2) I1号矿体。产于落雪组下段的底部,平行于I2号矿体产出,赋存标高1535~2188 m,矿体最大埋深653 m。矿体呈层状、似层状,矿体产状与围岩基本一致,倾向40°~50°,倾角50°~70°,地表倾角较陡,一般为70°,深部变缓为50°~60°。矿体长452 m,最大斜深670 m,垂直纵投影面积0.10 km²,矿体厚0.89~18.60 m,平均5.63 m,厚度变化系数82.93%,矿体厚度较稳定;单工程矿体品位 $w(\text{Cu}) = 0.53\% \sim 1.35\%$,平均0.77%,品位变化系数55.87%,矿石有用组分均匀。其中氧化矿品位 $w(\text{Cu}) = 0.72\% \sim 0.88\%$,平均品位0.80%,原生矿品位 $w(\text{Cu}) = 0.53\% \sim 1.35\%$,平均品位0.76%。

2.3 围岩蚀变

铜矿体的围岩蚀变类型主要为褪色化、硅化、绢云母化和碳酸盐化等^[12]。褪色化主要出现在白云岩中,主要表现为白云石的重结晶,部分褪色化岩石中可见隐晶白云同生与微晶白云石、石英构成条纹或条带,从而形成宏观上岩石的褪色现象;在重结晶的白云岩中常见 10%~20% 不等的微粒—中粒状石英,还有少量的绢云母等新生矿物。在碳质板岩中常见到新生蚀变矿物绢云母、绿泥石等。总体看来,海潮铜矿床的围岩蚀变是局部变形条件达到低压绿片岩相时产生的。

2.4 铜矿石特征

2.4.1 矿石类型

铜矿石按自然类型划分,矿区矿石以原生矿石为主,氧化矿石少量。根据赋矿岩石类型可划分为含铜板岩型矿石和含铜白云岩型矿石 2 类,Ⅰ 2 号矿体中 2 类矿石比例大致相当,Ⅰ 1 号矿体以含铜板岩型矿石为主,含铜白云岩型矿石次之。

含铜板岩型矿石主要分布于 132 线—124 线间,含铜白云岩型矿石主要分布于 120 线—102 线间,124 线—120 线间大致为 2 种矿石类型过渡的区域。沿矿体的走向和倾向,2 种类型矿石均呈渐变过渡关系,局部渐变频繁,局部相间产出,界线模糊,难以分类型开采。

2.4.2 矿石的矿物组成

(1)原生矿石。矿石矿物主要为黄铜矿,少量斑铜矿,偶见辉铜矿、黄铁矿和闪锌矿;脉石矿物为碳质、石英、碳酸盐矿物,偶见绢云母。

(2)氧化矿石。矿石矿物主要为孔雀石和硅孔雀石,有少量的蓝铜矿和褐铁矿;脉石矿物主要为石英、硅质、碳质,少量的白云母、绢云母,偶见金红石和锆石。

2.4.3 矿石结构构造

(1)原生矿石。矿石结构主要为半自形—他形粒状结构、隐晶质结构、镶嵌结构、交代结构;矿石构造为层状构造、稀疏浸染状构造、细脉浸染状构造、网脉状构造、团块状构造。

(2)氧化矿石。矿石结构主要为胶状结构、次生交代结构和残余结构;矿石构造有薄膜状构造、粉末状构造和土状构造。

2.4.4 矿石组分

有用组分主要为 Cu。原生矿石的 Cu 主要赋存于黄铜矿中,Cu 的品位主要在 0.5%~1.0% 之间,平均为 0.86%;氧化矿石的 Cu 主要赋存于孔雀石

中,Cu 品位主要在 0.7%~1.2% 之间,平均为 1.16%,分布较为均匀。伴生有益组分为 Ag,含量多在 2×10^{-6} ~ 5×10^{-6} 之间,最高 8.94×10^{-6} ,最低 0.55×10^{-6} ,平均 3.93×10^{-6} 。

有害组分为碳质,矿石中碳的总量为 5.44%;其中有机碳的含量为 0.802%,占有率为 14.74%。碳质物在水中易浮,影响浮选精矿品位。

2.4.5 成矿期次及矿物生成顺序

根据矿物组合特征、矿石组构及不同矿物之间的穿插、交代关系可知,海潮铜矿床经历了原生沉积期、热液改造期及表生作用期(图 3)。

3 矿床成因探讨

3.1 控矿因素

(1)地层岩性因素。海潮铜矿赋存于中元古界落雪组的下段(Pt_2l^1),主要的含矿岩石为碳质板岩、泥砂质白云岩、凝灰质白云岩、含藻白云岩和微晶白云岩,矿体主要呈层状、似层状,产状与围岩基本一致,明显地呈现出“层控”与“岩控”的特点。

(2)沉积环境因素。中元古代落雪期,拉伸盆地沉积发生了重要的转变,由因民期的浅海陆架环境演化为落雪期以碳酸盐台地为主要特征的环境,海盆南北两个古陆的剥蚀区缩小,在黎溪中厂、通安铜厂顶和普咻一带,形成台内礁滩相带,局部尚有滨海环境的泥砂质碎屑岩存在^[13]。海潮矿区的铜矿体恰恰产于碎屑岩向碳酸盐岩转化的部位,碳酸盐岩中含有丰富的藻类和凝灰物质,表明当时的海水温

矿物	原生沉积期	热液改造期	表生作用期
	沉积硫化物-碳酸盐阶段	热液硫化物-碳酸盐阶段	氧化作用阶段
黄铁矿			
黄铜矿			
斑铜矿			
辉铜矿			
孔雀石			
硅孔雀石			
蓝铜矿			
褐铁矿			
白云石			
方解石			
石英			
碳质			

图 3 海潮铜矿床成矿期次及矿物生成顺序

Fig. 3 Metallogenic phases and mineral sequence of the Haichao copper deposit

度较高,有利于海水中铜质的富集和沉淀。

(3)火山作用因素。区域中元古代地层中火山物质发育,凝灰岩夹层及含凝灰质的岩石时常可见,矿区外围有大量角斑岩、细碧岩及变火山角砾岩,表明在中元古代的拉张作用下,海底火山活动非常频繁,火山活动不仅可以带来铁、铜等成矿元素而成为成矿物质的重要来源之一,而且带来大量的热能,致使海水温度升高,为铜质的沉积富集提供了良好的物理化学条件。

(4)构造因素。矿区为断层构造控矿,矿体受控于北西向层间断裂 F_{16} ,该断裂北西端止于 F_{10} ,南西端止于 F_6 ,长约1.2 km,小菁沟附近被 F_{11} 错断,断距约20 m。断层产状与地层基本一致,断层上盘为落雪组下段,下盘为黑山组下段碳质板岩, F_{16} 常构成矿体的底板,但未切割矿体。断裂倾向NE,逆断层,断裂破碎带宽2~5 m,破碎带内岩石呈碎裂状,局部可见断层泥;断裂经历了早期的压扭性活动和晚期的张性活动; F_{16} 断裂控制了铜矿体的叠加改造作用,使铜矿体改造、富集。

(5)热液活动因素。晋宁运动、武陵运动表现为近EW向的强烈挤压,发生区域变质;在区域形成变质-变形过程中,还伴随着多期岩浆活动,形成基性岩体的侵入,变质作用和构造-岩浆作用均可形成大量的热流体,对原已形成的铜富矿坯层进行叠加和改造,使铜质活化和局部性的迁移,使我成矿物质更加富集,并产生新的矿石结构构造^[14-15]。在海潮铜矿区,经过后期叠加改造作用的铜矿体基本还保留了原有矿坯层的宏观形态和产状,显示矿区范围内的叠加改造作用强度是比较有限的,推测是因为矿体与热源(基性侵入体)的距离较远所致。

3.2 矿床成因

对东川地区和黎溪一带层状铜矿的地质研究^[16-18]表明,氢氧同位素数据显示铜矿的成矿流体主要为建造水,并且有海水的参与;碳同位素特征表明碳的来源以海相碳酸盐为主;硫同位素特征表现出硫是海水的还原硫、深源的地幔硫及生物硫的混合产物;铅同位素数据则显示出成矿物质为壳-幔混合来源的特点;而构造-岩浆改造期的流体来自深源,与辉长岩脉的侵入有关。由此判断,海潮铜矿床的成因为中元古代裂谷环境下形成的热水沉积-改造型矿床。

3.3 成矿模式

中元古代初期,地幔物质上涌,导致古扬子地块发生裂解,裂谷构造形成。在因民期的裂谷剧烈活

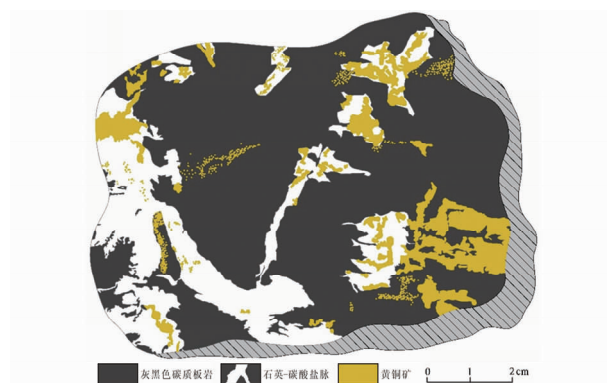


图4 矿石素描图

Fig. 4 The sketch of the ore

动之后,落雪期趋于相对平缓稳定,海潮铜矿体此时形成,同时近EW向的同生断裂持续活动,形成了热流体不断循环的半封闭海域,海水中发育的藻类使落雪期出现含硫碱性较还原的沉积环境,从下伏地层淋滤萃取出的含铜热液在还原的环境中,随着物理化学条件的改变而沉淀,形成铜矿体。

落雪期的沉积成矿作用结束以后,由于晋宁-澄江期的构造-岩浆作用,使海潮铜矿床发生热液叠加改造,铜矿体产生断裂褶皱变形,围岩发生蚀变,成矿物质在局部范围内活化改造,并形成新生的细脉状矿石(图4),层状矿体品位加富。

由于地壳的持续抬升,使海潮铜矿床暴露地表,遭受剥蚀,并受到氧化淋滤,形成近地表的氧化带,其深度受断裂、裂隙的发育程度制约。

致谢:野外工作期间,得到会理县晨鑫矿业有限责任公司的大力支持。在成文过程中,四川冶金地质勘查院的柏万灵教授和贺光兴教授给予了悉心指导,在此表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] 四川省地质矿产局. 四川省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1991:1-662.
- [2] 辜学达,刘啸虎. 四川省岩石地层:全国地层多重划分对比研究(51)[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1997.
- [3] 牟传龙,林仕良,周铭魁. 会理-会东及邻区中元古代东川群层序地层分析[J]. 矿物岩石,2000,20(1):38-44.
- [4] 龚琳. 试论川滇古大陆边缘裂谷带及铜矿成矿作用[J]. 西南冶金地质,1991(1):1-12.
- [5] 王生伟,蒋小芳,杨波,等. 康滇地区元古宙构造运动 I:昆阳陆内裂谷、地幔柱及其成矿作用[J]. 地质论评,2016,62(6):1354-1377.
- [6] 尹福光,孙志明,张璋. 会理-东川地区中元古代地层-构造格架[J]. 地质论评,2011,57(6):770-778.

- [7] 耿元生,柳永清,高林志,等. 扬子克拉通西南缘中元古代通安组的形成时代:锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄[J]. 地质学报, 2012,86(9):1479-1490.
- [8] 耿元生,旷红伟,柳永清,等. 扬子地块西、北缘中元古代地层的划分与对比[J]. 地质学报,2017,91(10):2151-2174.
- [9] 苏良赫. 随希渊师西康考察散记[J]. 第四纪研究,1993,13(4): 314-319.
- [10] 汤克成,孙博明,姚瑞开. 西康省会理县通安铜矿成因[J]. 地质论评,1941,6(S2): 299-301.
- [11] 唐述文. 四川会理县海潮铜矿床地质特征及成因分析[J]. 资源信息与工程,2018,33(5):13-14+17.
- [12] 李志伟. 东川类型铜矿围岩蚀变特征及其与成矿关系[J]. 矿床地质,1998,17(S):651-654.
- [13] 牟传龙,周铭魁. 会理—会东及邻区中元古代的岩相古地理格局[J]. 特提斯地质, 1998,(22):57-67.
- [14] 阮惠础,华仁民,倪培. 东川式铜矿的成因再探[J]. 地质找矿论丛,1988,3(1): 9-22.
- [15] 华仁民. 东川式层状铜矿的沉积-改造成因[J]. 矿床地质, 1989,8(2): 3-13.
- [16] 朱文兵. 云南因民铜矿床地质地球化学特征与成因研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2016.
- [17] 王彬. 四川会理黑菁铜矿床地质特征及成因浅析[D]. 成都理工大学,2016:1-56.
- [18] 张淑花. 四川省中厂铜矿床地质特征及成因讨论[J]. 地质找矿论丛,2018,33(1):46-53.

Geological characteristics and ore-controlling factors of Haichao copper deposit in Huili county of Sichuan province

HENG Yonggang, TANG Shuwen, YI Jian, HUANG Longhong

(Sichuan Institute of Metallurgical Geology & Exploration, Chengdu 610051, China)

Abstract: Haichao copper deposit occurs in the dolomitic rocks and carbonaceous plate of the Huili Group of Middle Proterozoic Luo Xue formation. Ore bodies are layeroid or lenticular coinciding with the strata and locally ramified. Decolorization, silicification, pyritization, carbonatization and sericitization are the main wall rock alteration. There are 6 industrial ore bodies of which ore body I 1 and I 2 are major ones. The ore is dominated by primary ore with some oxidized and can be divided into plate type and dolomitic type according to the host rock. It is a hot water sedimentary-reworked deposit formed under the Proterozoic rifting environment.

Key Words: Haichao copper mine; geological characteristics; prospection mark; ore-controlling factor; Huili county; Sichuan province