

江西万载县兴源冲铜矿成矿地质特征及矿床成因探讨

楼法生¹, 吴旭铃¹, 凡秀君¹, 刘成东², 严兆彬², 陈益平², 徐磊²

(1. 江西省地质调查研究院, 江西南昌 330030; 2. 江西省核资源与环境重点实验室-
省部共建国家重点实验室培育基地(东华理工大学), 江西南昌 330013)

[摘要] 江西兴源冲铜矿是近几年发现的具有较大潜力的铜多金属矿床, 所处的黄茅地区属九岭南缘多层次大型构造叠加成矿地质背景的西段。在野外详细的地质考察以及室内岩矿鉴定的基础上, 运用电子探针和气体同位素质谱仪以及包体测温等现代分析测试技术, 对兴源冲铜多金属矿床的成矿地质特征及其矿床成因进行了深入细致的分析研究。实验分析得出: 电子探针分析数据表明矿石中含大量 Cu、Fe, 少量 Zn、Au, 其中 Cu 含量达工业品位; 矿石中 $\delta^{34}\text{S}_{\text{CMT}}$ 值和包裹体盐度值说明其成矿流体具有同源性, 可能来源于地幔或者与岩浆同源; 包体均一温度有两个峰值区间, 说明矿床受二期成矿流体控制。综合区域、矿区地质特征、矿体特征以及上述实验所得, 得出该矿床应为海相-火山喷流沉积变质叠改型铜矿床。

[关键词] 成矿地质特征 铜矿 矿床成因 兴源冲 江西

[中图分类号] P618 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2012)04-0704-9

Lou Fa-sheng, Wu Xu-ling, Fan Xiu-jun, Liu Cheng-dong, Yan Zhao-bin, Chen Yi-ping, Xu Lei. Geological features and genesis of the Xingyuanchong copper deposit in Wanzai county, Jiangxi Province[J]. Geology and Exploration, 2012, 48(4): 0704-0712.

兴源冲铜矿区地处钦杭成矿带之萍(乡)-乐(平)拗陷带。钦杭成矿带为一条长达 1500km 以上的 Cu-Pb-Zn-Au 和 W-Sn-Mo-Bi 多金属成矿带(毛景文等, 2007, 2008, 2010, 2011; 杨明桂等, 2009), 近年来钦杭成矿带已被中国地质调查局列为重点找矿区带, 且江西段的深部铜矿勘探是重中之重(孟雨, 2009)。兴源冲铜矿区地处钦杭成矿带北段(谈昕等, 2011), 该带沿萍乡-广丰深大断裂之北缘, 形成了九岭南缘-乐平的逆冲推覆系, 这些受深断裂控制的断裂拗陷带, 往往是构造脆弱带, 在随后的特别是燕山期的构造岩浆活动中, 这些早期火山喷流沉积成因的矿石或矿胚, 往往受到后期的热液叠加和改造, 并使成矿物质发生活化转移和富集。使得该区成为主要的铜矿成矿带, 区内主要的矿床主要为: (1) 与壳幔混染型中酸性岩有关的铜多金属矿床(岭后、德兴、银山、枫林、永平、东乡、桃林、七宝

山等矿床); (2) 与晋宁期岛弧火山作用有关的同生矿床(西裘、铁砂街、罗城等矿床); (3) 热液脉型充填冷水坑铜铅锌矿床; (4) 韧性剪切带型金山金矿床; (5) 破碎蚀变带型万古-黄金洞金银矿床(毛景文等, 2011)。

1 区域地质概况

研究区地处江南地块九岭隆起南部, 区内已发现铜多金属矿床(点) 20 多处(丁少辉等, 2004)。区内存在五种大型构造: 中元古代晚期大型陆缘岛弧裂谷; 南侧为晚古生代大萍-乐裂陷带; 中生代九岭南缘大型推(滑)覆构造; 并被北北东向走滑冲断-伸展构造复合; 长期活动的深断裂带以及沿深断裂带发育的燕山期 I 型中酸性斑岩带, 属多层型次大型构造叠置成矿地质背景。区内主要出露中元古代地层, 部分晚古生代及中生代地层(图 1)。

[收稿日期] 2011-07-02; [修订日期] 2012-02-06; [责任编辑] 郝情情。

[基金项目] 本文为核资源与环境国家重点实验室培育基地开放基金项目和江西省万载县兴源冲铜多金属矿详查资助的成果。

[第一作者] 楼法生(1965 年—), 教授级高工, 1987 年毕业于中国地质大学(武汉), 长期从事于地质矿产调查工作。E-mail: jxddy@vip.163.com。

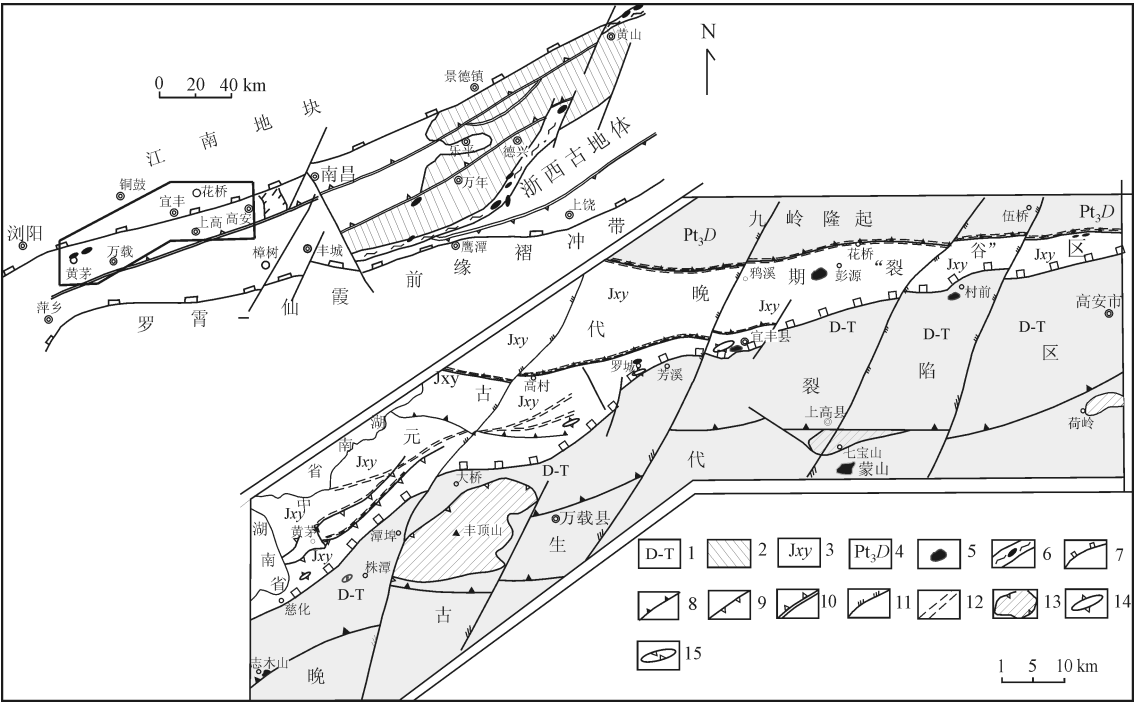


图1 江西九岭南缘多层次大型构造格架略图

Fig. 1 Map showing large-scale tectonic framework of the southern margin of the Jiuling area, Jiangxi Province

- 1-泥盆纪—三叠纪地层;2-中元古界;3-中元古代晚期宜丰岩组;4-晋宁期花岗岩;5-燕山期(中)酸性斑岩;6-蛇绿混杂岩带;7-结合带边界深断裂带;8-逆冲推覆断裂带;9-滑覆断裂带;10-次级断裂混杂岩带;11-走滑断裂带;12-韧性剪切带;13-飞来峰;14-构造窗;15-飞来峰
- 1-Devonian-Triassic strata; 2-Mesoproterozoic; 3-Yifengyan Formation of Mesoproterozoic; 4-granite in Jinning; 5-porphyry in Yanshan; 6-ophiolitic complex zone; 7-deep faults at the edge of junctures; 8-overthrust nappe faults; 9-gliding nappe faults; 10-secondary fault complex zone; 11-strike slip fault; 12-ductile shear zone; 13-klippe; 14-fenster; 15-klippe

2 矿区地质特征

矿区地处北东东向慈化-宜丰板缘深断裂带及大型推(滑)覆构造西段往南急速弧型大转折与湘赣边界北北东向走滑推覆冲断带复合部位(图2)。

2.1 矿区地层

区内主要出露中元古代蓟县纪宜丰岩组,属一套沉积变质火山岩系,由下至上或从北西到南东可划分为3个岩片。下岩片(J_{xy}^1)为片状变质石英砂岩、粉砂质绢云母千枚岩夹绿泥绢云母千枚岩、似层状的石英电气石岩。第二岩片下部(J_{xy}^{2-1})为石英二云母片岩、绢云母片岩夹千枚岩、变质砂岩变细碧岩及变细碧质玄武岩;中部(J_{xy}^{2-2})为二云母片岩、绢云母片岩夹薄层透镜状变质砂岩、大理岩;上部(J_{xy}^{2-3})为绢云母片岩与石英绢云(二云)母片岩、千枚岩互层。上岩片(J_{xy}^3)为石英二云母片岩、含石榴石二云母石英片岩、绢云母石英千枚岩夹变石英角斑岩、阳起石岩。

2.2 矿区构造

区内构造总体为一北东向围绕大型“构造窗”的复合推(滑)覆构造,北东向韧脆性硅化片理化带发育。推(滑)覆构造主要有东西向、北东向、北西向和环形断裂4组。

韧脆性硅化带呈北东向斜贯全区,在矿区南西角一带产生偏转呈北西向。带宽大于1000 m,由4~6条次级韧脆性硅化带组成,单条宽几至几十米不等,倾向南东,倾角 $40^{\circ} \sim 70^{\circ}$,具多期活动特点。带内岩层动热变质变形普遍,达高绿片岩相,岩石破碎,片理化糜棱岩化和构造透镜体化发育。矿体一般赋存在片理化带内,常见沿片理化带发育大小不一呈透镜状、细脉状矿化石英脉,并伴有硅化、绿泥石化、黄铁矿化、黄铜矿化。

另外矿区还发育有一组与片理化带产状基本一致的构造破碎带,该组断裂一般发育在片理化带附近及其旁侧,一般表现为硅化破碎。角砾的成分主要有片岩、黄铜矿化硅化片岩,泥砂质脉结,脉结物

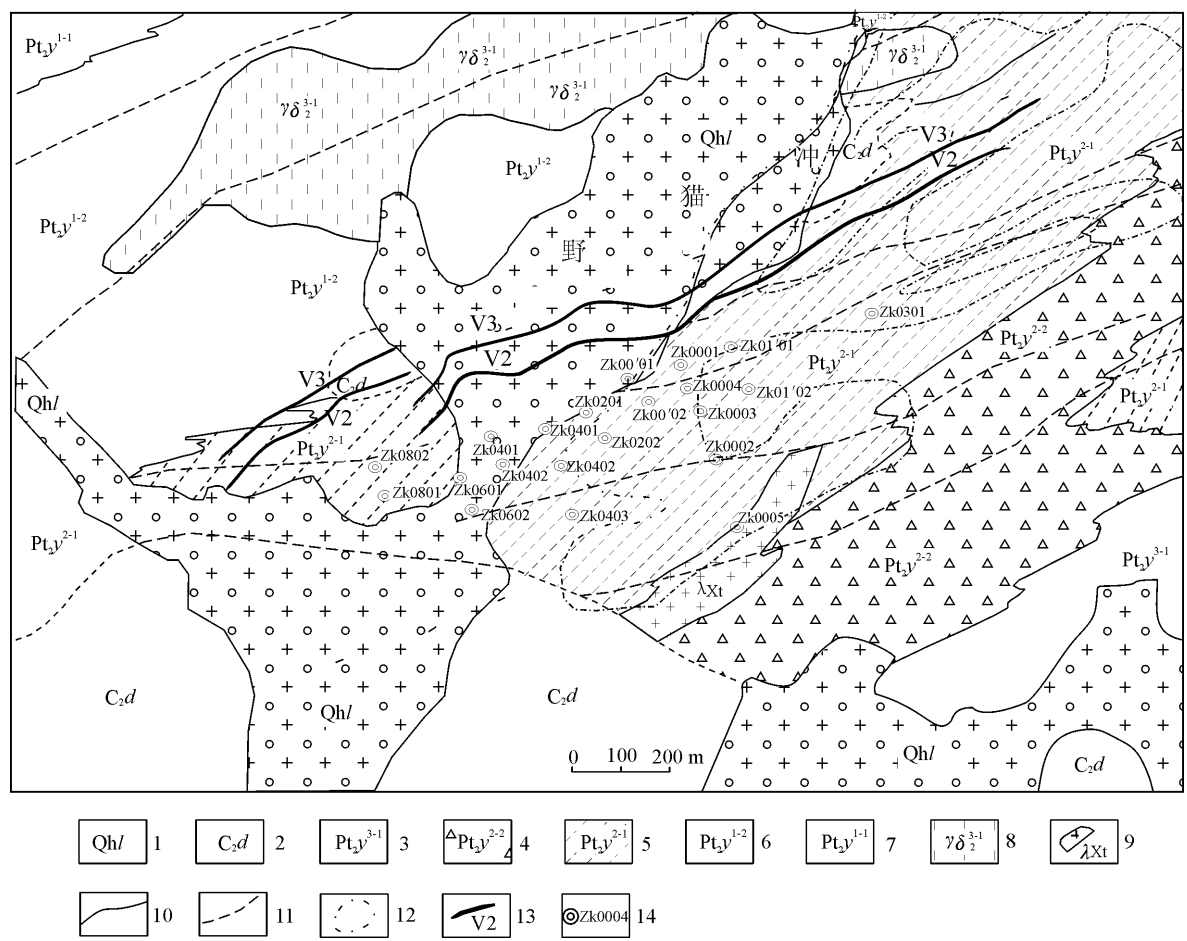


图 2 兴源冲矿区野猫冲矿段地质简图

Fig.2 Geological sketch map of the Yemaochong ore section in the Xing-yuanchong ore district

1-第四系联圩组;2-石炭纪大埔组;3-蓟县纪宜丰岩组上岩片第一岩段;4-蓟县纪宜丰岩组中岩片第二岩段;5-蓟县纪宜丰岩组中岩片第一岩段;6-蓟县纪宜丰岩组下岩片第二岩段;7-蓟县纪宜丰岩组下岩片第一岩段;8-晋宁期晚期:第一阶段细粒含斑黑云母花岗岩闪长岩;9-变石英角斑岩;10-地质界线;11-断裂;12-土壤测量铜异常等值线;13-铜矿体及编号;14-完工钻孔及编号

1-Quaternary Lianxu Formation; 2- Carboniferous Dapu Formation; 3-the first member of upper Yifengyan Formation in Jx; 4-the second member of middle Yifengyan Formation in Jx; 5-the first member of middle Yifengyan Formation in Jx; 6-the second member of low Yifengyan Formation in Jx; 7-the first member of low Yifengyan Formation in Jx; 8-late Jinning: the first stage of fine-grained biotite granodiorite porphyry; 9-metamorphic quartz porphyry; 10-geological boundary; 11-fault; 12-abnormal copper isoline of soil survey; 13-Cu orebody and number; 14-finished borehole and number

中见有黄铁矿、黄铜矿矿化和硅化蚀变,沿韧性硅化带发育有辉绿(玢)岩脉。

2.3 矿区岩浆岩

本区岩浆活动频繁且强烈、主要为晋宁期和燕山期。晋宁早期发生了较大规模“双峰式”火山活动,表现为宜丰岩组中含有变石英角斑岩、变玄武岩、变辉绿岩夹层。变细碧岩、变辉绿岩中常见黄铜矿、方铅矿、闪锌矿化,区内铜矿床(点)多分布于宜丰岩组出露区,表明宜丰岩组为铜、金、铅、锌重要矿源层。晋宁晚期大规模中酸性岩浆侵入形成了九岭大型复式黑云花岗闪长岩基。燕山期岩浆活动较

弱,以中酸性、酸性花岗岩类为主,主要为细粒含斑黑云母二长花岗岩,呈岩株状,另外细晶岩、花岗闪长岩、花岗斑岩等脉岩较多,角岩化范围较大。

3 矿体地质

3.1 矿体特征

矿体赋存在宜丰(岩)组第二岩片中部(Jxy²⁻²)岩层内,受北东向韧性变形构造控制,无根“钩”状、揉皱、褶皱及褶曲构造发育,造成矿体在走向上、倾向上均呈波状起伏、尖灭再现的特点。矿体走向北东东、倾向150°~160°、倾角50°~70°,走向断续沿

长大于 6000 m,厚 1 ~ 18.83 m,绝大部分为隐伏矿体。主要由含铜硅化片理化带构成,呈细脉状、细脉浸染状,细脉宽 1 ~ 4 mm、密度 40 ~ 100 条/m,铜矿体厚 1.21 ~ 1.01m,Cu 平均品位 1.23%。

矿区已圈出(四条)工业矿体 4 条,呈脉状、似层状,编号为 V1、V2、V3、V4。其中 V2 矿体规模最大,矿体形态呈脉状,走向北东 21 ~ 25°,倾向南东,

倾角 22 ~ 40°,走向已控制长 1060 m,延深 550 m (-240m 标高),垂直厚度 1 ~ 18.83m,平均垂直厚度 3.36m,铜品位 0.21% ~ 2.88% (图 3)。

3.2 矿石特征

3.2.1 矿石矿物

兴源冲铜矿矿石中主要的金属矿物有黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、斑铜矿、方铜矿等;非金属

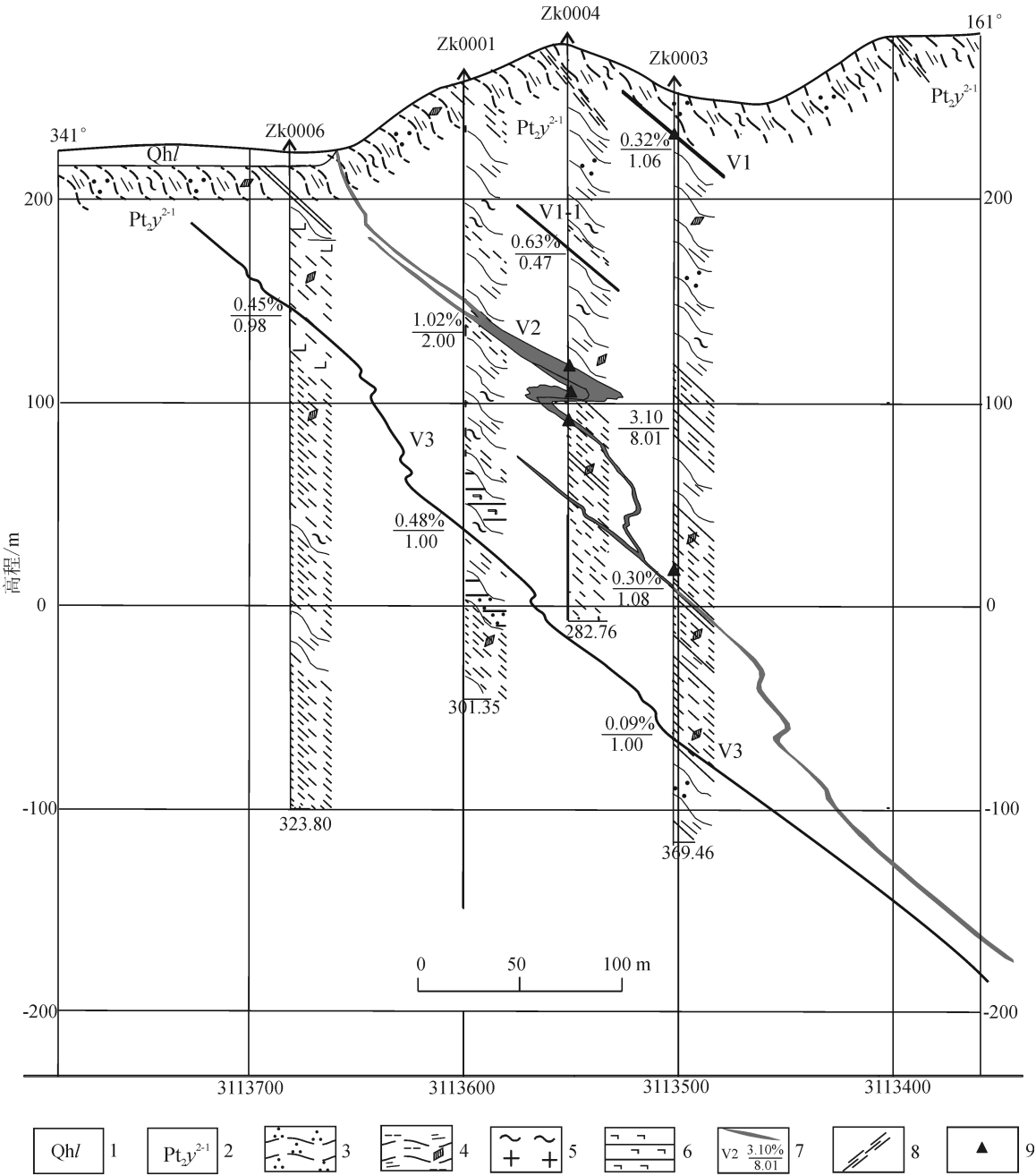


图 3 兴源冲矿区野猫冲矿段 00 号勘探线剖面简图

Fig.3 Geological profile of the Yemaichong ore section along the prospecting line 00 in the Xingyuanchong ore district
1-第四纪联圩组;2-蓟县纪宜丰岩组;3-砂质千枚岩;4-菱铁矿化绢云母片岩;5-片麻状花岗岩;6-变火山岩;7-矿体、编号及该位置的品位、厚度;8-韧性剪切带;9-硫稳定同位素等样品采样点
1-Lianxu Formation in Quaternary; 2-Yifengyan Formation in Jx; 3-sandy phyllite; 4-sericite schist; 5-gneissic granite; 6-metamorphic volcanic rocks; 7- orebodies, their numbers, grade and thickness; 8-ductile shear zone; 9-sample-collecting places, such as S isotopes samples

矿物主要为石英、绢云母、白云母、绿泥石等。其中黄铜矿为主要有用矿物。矿石中的有用组份以铜为主,次为金、锌。铜品位总体较均匀,局部有富集,据以往野外观察和岩鉴资料,矿石矿物主要是黄铜矿,次为黄铁矿、磁铁矿和闪锌矿,呈粒状。从电子探针测试所获得的元素含量(表 1)可见,主要是以 Cu、Fe、S 为主,其中也可见少量的 Zn、Au。兴源冲矿区矿物的氧化物集中出现在 SiO₂、Al₂O₃、FeO、MgO(见表 2)。可以得出脉石矿物主要为石英、白云母、绢云母、绿泥石等。

3.2.2 矿石结构构造

矿石的主要结构类型有以下几种:自形晶结构、半自形晶结构、它形粒状结构,按形态分为鳞片状结构、交代融蚀状结构。

矿石构造以细脉-网脉状构造为主,其次为浸染状构造、条带状构造、块状构造、角砾状构造。

3.3 矿石类型

矿石类型属石英脉硫化物型,呈微细脉浸染状、不规则状团块状。

微细脉浸染状矿石:黄铜矿呈细-微粒集合体,充填在微细裂隙或散布于矿物裂隙中及矿物颗粒间,形成脉状矿石,矿化较均匀。

不规则状团块状矿石:表现为黄铜矿、黄铁矿等沿裂隙或孔隙充填,形成不规则状、团块状矿石,矿化不均匀。

3.4 围岩蚀变

围岩蚀变一般发育在片理化带或构造破碎带附近,与黄铜矿化关系密切。类型众多复杂,主要有:硅化、绿泥石化、绿帘石化、绢云母化。

3.5 矿床地球化学特征

3.5.1 流体包裹体特征

通过对包裹体均一温度的测量与冰点测盐度方法,实际得到数据表明(图 4、图 5),兴源冲铜矿的流体包裹体温度主要集中在 120℃~440℃ 之间。可以看出矿区的流体包裹体温度可以分为两个阶段,第一阶段均一温度变化分为较小,主要集中在 100℃~200℃,峰值出现在 200℃ 左右,此时的成矿流体应属中低温成矿流体。第二阶段包裹体均一温度较高,200℃~350℃ 少数的包裹体温度已经超过 350℃ 以上,此时成矿流体应属于中高温成矿流体。这说明成矿流体系统在不断演化,矿床受二期成矿流体控制。矿物包裹体的盐度变化范围在 6.16wt%~21.11wt% 之间,平均为 14.395wt%,不论成矿流体在哪一个阶段,流体盐度基本保持不变(图 5)。该矿床具有中温、中等盐度特征。由于均

表 1 兴源冲铜矿区产于石英脉中黄铜矿电子探针分析数据(%)
Table 1 Electron microprobe analyses (%) of the chalcopyrite in the quartz vein from the Xing-yuanchong copper deposit

No.	As	Mo	Se	Fe	S	Cu	Pb	Zn	Ag	Sb	Te	Au	Total
1	0.00	0.29	0.00	30.33	34.18	36.24	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.27	101.61
2	0.01	0.51	0.00	44.21	50.88	1.49	0.15	0.12	0.01	0.06	0.00	0.39	97.83
3	0.00	0.32	0.00	29.93	33.34	36.94	0.22	0.20	0.00	0.10	0.01	0.03	101.09
4	0.02	0.36	0.00	29.49	32.19	36.36	0.10	0.18	0.06	0.00	0.08	0.14	98.98
5	0.00	0.31	0.01	29.70	32.07	36.58	0.00	0.16	0.04	0.00	0.00	0.81	99.68
6	0.00	0.36	0.06	29.88	33.65	37.33	0.06	0.08	0.00	0.00	0.00	0.03	101.45
7	0.00	0.38	0.04	29.94	32.38	37.13	0.09	0.16	0.00	0.00	0.06	0.03	100.21
8	0.00	0.28	0.03	3.30	31.79	3.40	0.08	61.08	0.00	0.00	0.02	0.50	100.48
9	0.00	0.33	0.00	29.12	30.92	37.06	0.06	0.23	0.00	0.00	0.00	1.07	98.79
10	0.00	0.28	0.00	2.68	32.55	3.03	0.07	61.67	0.00	0.00	0.07	0.93	101.28
11	0.00	0.39	0.03	29.82	33.17	37.14	0.16	0.23	0.01	0.00	0.00	0.00	100.95
12	0.00	0.47	0.00	45.97	52.02	0.65	0.08	0.07	0.02	0.00	0.03	0.21	99.52
13	0.00	0.33	0.05	29.19	33.63	36.36	0.12	0.05	0.00	0.02	0.07	0.00	99.82
14	0.00	0.35	0.02	28.94	34.96	35.84	0.00	0.09	0.05	0.03	0.04	0.00	100.32
15	0.01	0.30	0.01	29.04	33.92	36.30	0.07	0.06	0.01	0.00	0.00	0.72	100.44
16	0.00	0.32	0.03	29.47	32.67	37.03	0.07	0.05	0.03	0.06	0.00	0.89	100.62
17	0.01	0.40	0.04	29.49	34.36	36.66	0.06	0.24	0.05	0.00	0.00	0.49	101.80
18	0.05	0.31	0.00	29.20	32.08	37.17	0.23	0.21	0.03	0.06	0.00	0.00	99.34
19	0.00	0.46	0.02	28.92	32.21	36.89	0.00	0.12	0.01	0.00	0.04	0.10	98.77
20	0.00	0.43	0.02	28.02	33.22	36.01	0.02	0.07	0.00	0.02	0.05	1.13	98.99

注:东华理工大学核资源与环境教育部重点实验室分析,2011.4。

表 2 兴源冲铜矿区产于石英脉中黄铜矿电子探针分析数据 (%)

Table 2 Electron microprobe analyses (%) of chalcopyrite in quartz veins from the Xing-yuanchong copper deposit													
No.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	BaO	Total
1	98.35	0.00	0.00	0.01	0.17	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	98.59
2	99.68	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	99.80
3	27.04	0.08	23.02	0.07	16.69	0.19	20.46	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	87.61
4	27.22	0.01	22.14	0.05	16.68	0.12	19.72	0.02	0.15	0.09	0.00	0.00	86.20
5	99.27	0.00	0.01	0.02	0.10	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.02	99.49
6	0.00	0.04	0.01	0.01	0.16	0.11	0.04	55.22	0.10	0.00	43.85	0.00	99.54
7	98.91	0.02	0.63	0.01	0.07	0.00	0.01	0.00	0.02	0.17	0.00	0.05	99.89
8	53.27	0.06	33.96	0.07	1.28	0.01	1.18	0.04	0.58	8.57	0.00	0.07	99.09
9	25.38	0.05	23.13	0.11	30.32	0.07	10.10	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	89.22
10	98.04	0.01	0.01	0.00	0.16	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.01	98.31
11	0.15	99.96	0.02	0.13	0.56	0.00	0.00	0.00	0.03	0.09	0.04	0.34	101.32
12	98.63	0.02	0.02	0.00	0.26	0.01	0.01	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	98.99
13	24.95	0.03	22.84	0.13	29.62	0.07	10.54	0.03	0.06	0.13	0.00	0.04	88.44
14	0.19	0.00	0.05	0.08	45.58	3.05	7.78	0.13	0.04	0.01	0.00	0.00	56.91
15	0.32	99.91	0.02	0.11	0.87	0.02	0.02	0.06	0.04	0.02	0.00	0.23	101.62
16	0.11	0.04	0.00	0.06	33.94	1.23	20.06	0.15	0.13	0.02	0.00	0.00	55.74
17	0.17	0.00	0.00	0.10	35.38	1.84	19.08	0.40	0.04	0.00	0.00	0.10	57.11
18	0.12	99.96	0.07	0.02	0.31	0.03	0.01	0.06	0.00	0.11	0.01	0.36	101.06
19	0.27	99.03	0.07	0.04	0.39	0.02	0.02	0.07	0.00	0.00	0.05	0.35	100.31
20	0.00	0.02	0.02	0.00	0.65	0.17	0.14	54.77	0.15	0.01	43.34	0.09	99.36

注:东华理工大学核资源与环境教育部重点实验室分析,2011 年。

一温度变化较大,盐度又主要集中于 13wt% ~ 19wt% 之间,初步推测:成矿作用是在海水的底部或接近海底的条件下进行,是一个减压降温的成矿环境。成矿主要与海相火山喷发间隙期或晚期的火山气液作用有关,矿体围绕火山喷发中心分布。

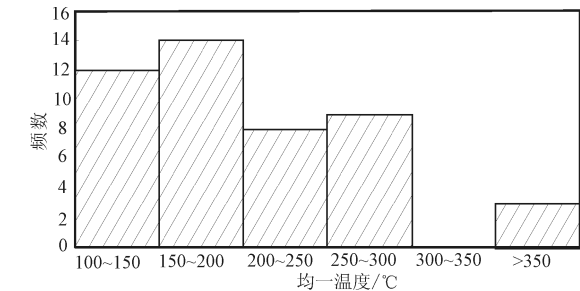


图 4 兴源冲铜矿床流体包裹体均一温度直方图

Fig. 4 Histogram showing homogenization temperatures of fluid inclusions from the Xing-yuanchong copper deposit

3.5.2 硫同位素特征

样品是采自位于矿区中部的野猫冲矿段以及位于矿区中东部的刘家冲矿段。硫同位素分析的主要样品是产于千枚岩中浸染状黄铁矿和石英脉中的黄铜矿矿石。

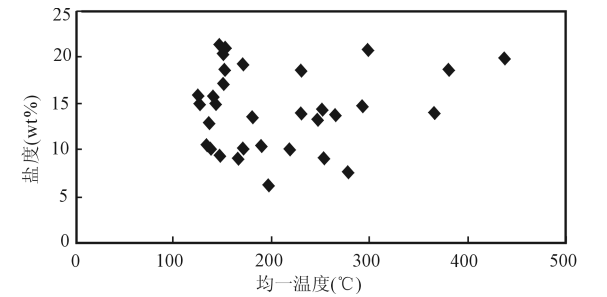


图 5 流体包裹体均一温度-盐度图

Fig. 5 Diagram showing relationship between homogenization temperature and salinity of fluid inclusions in the Xingyuanchong ore district

硫同位素的分析方法:把待测矿物碎样,在镜下挑出单矿物,研磨至 200 目以下,称取含 S 20μg ~ 100μg 待测样品,在 1020℃ 下氧化为 SO₂,用 Flash-EA 与 MAT-253 质谱仪联机测试所得。测试结果见表 3。

硫同位素共有 3 种不同的来源(Chaussidon M, et al., 1990; 门兰静等,2008; 陕亮等,2009): (1) 地幔硫,δ³⁴S 接近于 0,变化范围为 0±3‰; (2) 现在海水硫,δ³⁴S 约为 +20‰,但有很大的变化,一般认为,海相蒸发盐岩 δ³⁴S 代表海水硫酸盐的硫同位素;

(3) 还原(沉积)硫,或生物硫, $\delta^{34}\text{S}$ 普遍为负值。兴源冲铜矿床硫同位素组成非常相近(见表 3), $\delta^{34}\text{S}_{\text{CDT}}(\text{‰})$ 的变化范围是 2.84 ~ 4.81 之间,变化幅度小,这说明,研究区成矿流体具有同源性。

表 3 S 同位素测试结果

Table 3 Sulphur isotope composition in the Xing-yuanchong copper deposit				
样品号	钻孔号	孔深 (m)	岩性描述	$\delta^{34}\text{S}_{\text{CDT}}$ (‰)
X04	ZK0802	225	千枚岩中浸染状黄铜矿细晶	4.7
X06	ZK0802	223	产于千枚理中的矿化细脉	2.8
4X10	ZK0802	211	黄铜矿产于石英脉中	3.4
X16	ZK0802	154.9	黄铜矿产于石英脉中	3.5
X17	ZK0802	153.5	黄铜矿产于石英脉中	3.5
X18	ZK0802	152.5	黄铜矿产于石英脉中	2.5
X20	ZK0602	173	黄铜矿产于石英脉中	3.8
X21	ZK0602	171	黄铜矿产于石英脉中	3.4
X39	ZK0602	311.6	黄铜矿产于石英脉中	3.7
X44	ZK0202	246.4	黄铜矿产于石英脉中	4.6
X47	ZK0202	254.4	黄铜矿产于石英脉中	4.8

硫同位素的组成容易受到热力学平衡分馏(郑永飞等,2000;Ohmotmo H, *et al.*,1972,1979)、动力学分馏(郑永飞等,2000)和成矿物理条件如氧逸度、温度等的影响(Klein E L,*et al.*,2007),造成在研究成因物质来源方面判断的不确定性,虽然具有成功的范例(吴南平等,2003)。但热液总硫的组成表示为各溶解相中硫同位素浓度加权平均值,因此即使 $\delta^{34}\text{S}=0$,也不一定说明硫源为岩浆或地幔。兴源冲铜矿床的硫同位素值与地幔硫的值一致,但因是综合硫的特征,仅能判断该成矿物质可能来源于地幔或者与岩浆同源,并且与长江中、下游地区马山、武山、铜官山等块状硫化物矿床硫化物的硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 值-1‰ ~ 5.5‰(顾连兴等,1986;李文达等,1997)十分相近,表明各种矿石中硫不是来源于地层,可能与海底喷流作用(陆建军等,2003)以及后期的岩浆热液叠加改造作用有关。

4 矿床成因

4.1 成矿物质来源

中元古代晚期岛弧裂谷型火山浊流、古火山岩系富含 Cu、Co、Au、Pb、Zn 等元素岩石组合,形成的铜铅锌(金)的重要矿源层或成矿胚胎层,易于形成层控叠改型矿床,区内多数铜多金属矿床(点)分布

于宜丰岩组出露区。
兴源冲铜矿床硫同位素组成矿石中硫与海底喷流作用以及后期的岩浆热液叠加改造作用有关。
4.2 成矿控制因素

区域地质矿产背景显示北东-北北东向走滑冲断带-伸展构造为本区的主要控岩控矿构造。岩体和矿化往往赋存在大型推(滑)覆构造带与其它构造复合部位,空间上表现为矿床(点)纵向成带、横向成行似网状斜列的分布格局。

宜丰岩组沉积变质火山岩各类岩石多数 $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$,属富钠质岩石系列,Pb、Zn 元素丰度值普遍较高,其中古火山岩含 Cu、Au 高丰度值,变细碧质玄武岩 Cu 丰度值为 124.86×10^{-6} 、Au 丰度值为 4.4×10^{-9} ,变沉凝灰岩 Cu 丰度值为 51.25×10^{-6} 、金丰度值为 7.5×10^{-9} ,变细碧岩、变辉绿岩中常见黄铜矿、方铅矿、闪锌矿化,表明宜丰岩组岛弧裂谷型火山浊流、古火山岩系岩石组合为铜、金、铅、锌重要矿源层。

本区岩浆岩对矿床的形成没有明显的作用,但岩浆期后的热液对矿体的形成可能有一定叠加和富集作用。

综上所述,兴源冲铜矿的矿床成因为沉积-火山喷流热液叠改系列的海相细碧角斑岩型铜矿床。

5 结论

(1) 兴源冲铜矿的形成与宜丰岩组地层密切相关,受北东向韧性变形构造控制,成矿流体具有多期次活动的特点,是构造与成矿流体多期次的叠加改造的结果。

(2) 流体包裹体主要代表着成矿流体的演化过程,该矿区成矿流体经历了两个阶段;流体盐度相对集中,初步推测成矿作用是在海水的底部或接近海底的条件下进行的。

(3) 通过对矿床的地质特征研究及矿物的流体包裹体研究、硫同位素的研究,兴源冲铜矿床应该为海相-火山喷流沉积变质叠改型铜矿床。

致谢 本文得到“江西省万载县兴源冲铜多金属矿详查项目”资助,数据由江西省核资源与环境重点实验室分析测试,是集体工作的成果,一并致以诚挚的谢忱!

[References]

Bao Jia-bao. 2000. New views on the geological conditions of copper deposits in Jiangxi[J]. Jiangxi Geology, 14(4): 262-265 (in Chinese)
Chen Yu-chuan, Pei Rong-fu, Zhang Hong-liang, Lin Xin-duo, Bai

- Ge. 1989. The geology of non-ferrous and rare metal deposits related to Mesozoic granitoids in Nanling region[M]. Beijing: Geological Publishing House: 1-508 (in Chinese)
- Ding Shao-hui, Yu Zhong-zhen, Luo Xiao-hong, Wu Guang-ming. 2004. Prediction of Cu-polymetallic ore deposits in the southern margin of Jiuling mountain, Jiangxi[J]. Resources Survey and Environment, 25(3): 178-183 (in Chinese with English abstract)
- Jia Wei. 1999. A discussion on the genesis of the Chengmenshan and Wu Shan massive sulfide copper deposits in Jiangxi province[J]. Jiangxi Geology, 13(1): 33-37 (in Chinese)
- Klein E L, Harris C, Giret A, Moura C. A. V. 2007. The Cipoeiro gold deposit, Gurupi Belt, Brazil: Geology, chlorite geochemistry, and stable isotope study[J]. Journal of South America Earth Sciences, 23(2-3): 242-255
- Liu Xun, Huang Zhen. 1992. Tectono-Geochemistry in the Yongping copper ore field, Jiangxi[J]. Geological Review, 38(4): 302-310 (in Chinese)
- Lu Huan-zhang, Fan Hong-rui, Ni Pei, Ou Guang-xi, Shen Kun, Zhang Wen-huai. 2004. Fluid Inclusion[M]. Beijing: Science Publishing House: 172-228 (in Chinese with English abstract)
- Luo Jian-an, Yang Guo-cai. 2007. Geological characteristics of Chengmenshan copper deposit, Jiangxi and its ore genesis[J]. Mineral Resources and Geology, 21(3): 284-288 (in Chinese with English abstract)
- Luo Xiao-hong, Yu Zhong-zhen, Ding Shao-hui, Lin Li, Wu Guang-ming. 2006. Prospect for the Luochen copper deposit and its geological characteristics in Wanzai County, Jiangxi[J]. Geology and Mineral Resources of South China, (1): 28-33 (in Chinese with English abstract)
- Mao Jing-wen, Chen Mao-hong, Yuan Shun-da, Guo Chun-li. 2011. Geological characteristics Qinhang(or Shihang) metallogenic belt in south China and spatial-temporal distribution regularity of mineral deposits[J]. Acta Geologica Sinica, 85(5): 636-658 (in Chinese with English abstract)
- Mao Jing-wen, Xie Gui-qing, Guo Chun-li, Chen Yu-chuan. 2007. Large-scale tungsten-tin mineralization in the Nanling region, south China: Metallogenic ages and corresponding geodynamic processes[J]. Acta Petrologica Sinica, 23(10): 2329-2338 (in Chinese with English abstract)
- Mao Jing-wen, Xie Gui-qing, Guo Chun-li, Yuan Shun-da, Cheng Yuan-bo, Chen Yu-chuan. 2008. Spatial-temporal distribution of Mesozoic ore deposits in south China and their metallogenic settings[J]. Geological Journal of China Universities, (14): 510-526 (in Chinese with English abstract)
- Mao Jing-wen, Zhang Jian-dong, Guo Chun-li. 2010. Porphyry Cu-epithermal Ag-Pb-Zn, distal hydrothermal Au deposits: a new model of mineral deposit-Taking the Dexing area as an example[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 32(1): 1-14 (in Chinese with English abstract)
- Men Lan-jing, Sun Jing-gui, Zhao Jun-kang, Chen Lei, Liang Shu-neng, Pang Wei, Chen Dong. 2008. Fluid inclusions in breccia-type copper-gold ore bodies of Jinchang gold deposit, Dongning County, Heilongjiang Province[J]. Mineral Deposits, 27(1): 71-80 (in Chinese with English abstract)
- Meng Yu. 2009. Qinhang metallogenic belt-another essential prospecting zone[J]. China Gold News, 004th edition (in Chinese)
- Ohmoto H, Rye RO. 1979. Isotopes of sulfur and carbon[A]. In: Barnes HL, ed. Geochemistry of hydrothermal ore deposits[C]. New York: Wiley, 509-567
- Ohmoto H. 1972. Systematics of sulfur and carbon isotopes in hydrothermal ore deposits[J]. Economic Geology, 67(95): 551-578
- Shan Liang, Zheng You-ye, Xu Rong-ke, Cao Liang, Zhang Yu-lian, Lian Yong-lao, Li Yan-hua. 2009. Review on sulfur isotopic tracing and hydrothermal metallogenesis[J]. Geology and Resources, 18(3): 197-203 (in Chinese with English abstract)
- Tan Xin, An Yan-fei, Lv Wen-chao, Chen Qing, Zhou Yong-zhang. 2011. The characteristic evolution of granite in southern Qinzhou-Hangzhou metallogenic belt and its relationship with the mineralization[J]. Journal of the Graduate Sun Yat-Sen University(Natural Sciences/Medicine), 32(2): 107-115 (in Chinese with English abstract)
- Wang Li-juan, Wang Yu-wang, Wang Jing-bin, Jin Xin-di, Zhu He-ping. 2000. Study of tin and copper metallogenetic fluid from Dajing deposit and its genetic significance[J]. Acta Petrologica Sinica, 16(4): 609-614 (in Chinese with English abstract)
- Wu Nan-ping, Jiang Shao-yong, Liao Qi-lin, Pan Jia-yong, Dai Bao-zhang. 2003. Lead and sulfur isotope geochemistry and the ore sources of the vein-type copper deposits in Lanping-Simaog Basin, Yunnan province[J]. Acta Petrologica Sinica. 19(4): 799-807 (in Chinese with English abstract)
- Xie Xin-quan, Zhang Heng-long. 2005. Geological characteristics and genesis of the Jinshui copper deposit in Chengbu County, Hunan Province[J]. Geology and Mineral Resources of South China, (3): 37-40 (in Chinese with English abstract)
- Xue Bu-gao. 1995. Geological features of associated components in Dongchuan-type Cu deposit[J]. Geology and Exploration, 31(3): 31-37 (in Chinese with English abstract)
- Yang Ming-gui, Huang Shui-bao, Lou Fa-sheng, Tang Wei-xin, Mao Su-bin. 2009. Lithospheric structure and large-scale metallogenic process in Southeast China continental area[J]. Geology in China, 36(3): 528-543 (in Chinese with English abstract)
- Yang Zong-xi. 2009. Geology, geochemistry and genesis of Kafang copper deposit in Gejiu, Yunnan Province[D], Beijing: China University of Geosciences: 1-100 (in Chinese with English abstract)
- Yuan Jiang-qi, Zai Yu-sheng. 1988. Study of Ore Deposits[M]. Beijing: Geological Publishing House: 289-311 (in Chinese with English abstract)
- Zhang De-quan. 1993. The Dajing Ag-Cu-Sn deposit: The characteristics and genesis of an epithermal deposit related to the subvolcanic intrusions[J]. Volcanology & Mineral Resources, 14(1): 37-46. (in Chinese)
- Zhang Xue-shu. 1997. Characteristics of chemical composition and mineral inclusions of ore minerals in Yongping copper deposit[J]. Jiangxi Geology, 11(2): 40-48 (in Chinese with English abstract)
- Zhen Yong-feng, Chen Jiang-feng. 2000. Stable isotope geochemistry[M]. Beijing: Science Publishing House: 1-316 (in Chinese)

Zhu Jin-chu. 2003. A brief review for the study on genesis of the submarine volcanic exhalative sedimentary deposit in South China[J]. Geological Journal of China Universities, 9(4): 536-544 (in Chinese)

[附中文参考文献]

包家宝. 2000. 江西铜矿地质条件的再认识[J]. 江西地质, 14(4): 262-265

陈毓川, 裴荣富, 张宏良, 林新多, 白 鸽. 1989. 南岭地区与中生代花岗岩类有关的有色及稀有金属矿床地质[M]. 北京: 地质出版社: 1-508

丁少辉, 余忠珍, 罗小洪, 吴光明. 2004. 江西九岭南缘铜多金属矿预测[J]. 资源调查与环境, 25(3): 178-183

贾 伟. 1999. 江西城门山、武山矿区块状硫化物型铜矿成因新探讨[J]. 江西地质, 13(1): 33-37

刘 迅, 黄 震. 1992. 江西永平铜矿田构造地球化学[J]. 地质论评, 38(4): 302-310

卢焕章, 范宏瑞, 倪 培, 欧光习, 沈 昆, 张文淮. 2004. 流体包裹体[M]. 北京: 科学出版社: 172-228

罗建安, 杨国才. 2007. 江西城门山铜矿地质特征及矿床成因[J]. 矿产与地质, 21(3): 284-288

罗小洪, 余忠珍, 丁少辉, 林 黎, 吴光明. 2006. 江西万载县罗城铜矿地质特征及找矿前景[J]. 华南地质与矿产, (1): 28-33

毛景文, 陈懋弘, 袁顺达, 郭春丽. 2011. 华南地区钦杭成矿带地质特征和矿床时空分布规律[J]. 地质学报, 85(5): 636-658

毛景文, 谢桂青, 郭春丽, 陈毓川. 2007. 南岭地区大规模钨锡多金属成矿作用: 成矿时限及地球动力学背景[J]. 岩石学报, 23(10): 2329-2338

毛景文, 谢桂青, 郭春丽, 袁顺达, 程彦博, 陈毓川. 2008. 华南地区中生代主要金属矿床时空分布规律和成矿环境[J]. 高校地质学报, (14): 510-526

毛景文, 张建东, 郭春丽. 2010. 斑岩铜矿-浅成低温热液银铅锌远接触带热液金矿床模型: 一个新的矿床模型[J]. 地球科学与环境学报, 32(1): 1-14

门兰静, 孙景贵, 赵俊康, 陈 雷, 梁树能, 逢 伟, 陈 冬. 2008.

黑龙江省东宁县金厂金矿床角砾型铜金矿体流体包裹体研究[J]. 矿床地质, 27(1): 71-80

孟 雨. 2009. 钦杭成矿带被列为重点找矿带[J]. 中国黄金报, 第004 版

陕 亮, 郑有业, 许荣科, 曹 亮, 张雨莲, 连永牢, 李闰华. 2009. 硫同位素示踪与热液成矿作用研究[J]. 地质与环境, 18(3): 197-203

谈 昕, 安燕飞, 吕文超, 陈 庆, 周永章. 2011. 钦杭成矿带南段花岗岩特征演化及其与成矿关系研究[J]. 中山大学研究生学刊(自然科学、医学版), 32(2): 107-115

王莉娟, 王玉往, 王京彬, 靳新娣, 朱和平. 2000. 大井矿床锡铜矿体成矿流体研究及其成因意义[J]. 岩石学报, 16(4): 609-614

吴南平, 蒋少涌, 廖后林, 潘家永, 戴宝章. 2003. 云南兰坪—思茅盆地脉状铜矿床铅、硫同位素地球化学与成矿物质来源研究[J]. 岩石学报, 19(4): 799-807

谢新泉, 张衡龙. 2005. 湖南城步县金水铜矿地质特征及成因探讨[J]. 华南地质与矿产, (1): 37-40

薛步高. 1995. 东川式铜矿伴生组分地质特征[J]. 地质与勘探, 31(1): 31-37

杨明桂, 黄水保, 楼法生, 唐维新, 毛素斌. 2009. 中国东南陆区岩石圈结构与大规模成矿作用[J]. 中国地质, 36(3): 528-543

杨宗喜. 2009. 云南个旧卡房铜矿地球化学特征与矿床成因探讨[D]. 北京: 中国地质大学: 1-100

袁见齐, 翟裕生. 1988. 矿床学[M]. 北京: 地质出版社, 289-311

张德全. 1993. 大井银铜锡矿体—一个潜火山热液矿床的特征和成因[J]. 火山地质与矿产, 14(1): 37-46

张学书. 1997. 江西永平铜矿金属矿物化学成份及矿物包体特征[J]. 江西地质, 11(2): 40-48

郑永飞, 陈江峰. 2000. 稳定同位素地球化学[M]. 北京: 科学出版社: 1-316

朱金初. 2003. 华南海相火山喷流沉积矿床成因研究简评[J]. 高校地质学报, 9(4): 536-544

Geological Features and Genesis of the Xingyuanchong Copper Deposit in Wanzai County, Jiangxi Province

LOU Fa-sheng¹, WU Xu-ling¹, FAN Xiu-jun¹, LIU Cheng-dong², YAN Zhao-bin², CHEN Yi-ping², XU Lei²

(1. Jiangxi Provincial Institute of Geology Survey, Nanchang, Jiangxi 330030; 2. State Key Laboratory Breeding Base of Nuclear Resources and Environment, East China Institute of Technology, Nanchang, Jiangxi 330013)

Abstract: The Xingyuanchong copper deposit in Jiangxi Province is a recently discovered copper-polymetallic deposit with great potential. It is located in the Huangmao area, which belongs to the western section of the multiple-layer large-scale structure in the southern edge of the Jiuling area. Based on regional geological surveys, identification of rocks and ores, application of the EMPA, IRMS methods and inclusion temperatures, this paper carries out a detailed analysis of the geological features and genesis of the Xingyuanchong copper deposit. The EMPA data show that the ores contain a large amount of Cu and Fe and a small amount of Zn and Au, and the Cu content reaches the industrial grade. Values of $\delta^{34}\text{S}_{\text{CDT}}$ and salinity in inclusions indicate the metallogenic fluids have the same source, probably originated from the mantle or have the same source with magma. The two distribution ranges of the fluid homotemperatures show this deposit was controlled by two-phase metallogenic fluids. Integrating the geological features of the region and the ore district, orebody characters and analysis aforementioned, this paper comes to the conclusion that this deposit is of the superposition-reform type associated with marine volcanic exhalation and metamorphic sediments.

Key words: metallogenesis, copper deposit, deposit genesis, Xingyuanchong, Jiangxi Province