

福建宁德禅地铜矿床地质特征及成因初探

刘可思

(中国地质大学, 武汉, 430047; 福建省第四地质大队, 宁德, 352100)

摘 要 宁德禅地铜矿床产于上侏罗统南园组第三段英安质晶屑凝灰熔岩夹层凝灰岩中。矿体呈脉状、缓倾角似层状, 受断裂构造控制, 成矿在时空上与中生代中酸性岩浆活动有密切相关, 属于岩浆热液交代-充填型铜矿床。

关键词 铜矿床 地质特征 成因初探 宁德禅地

禅地铜矿床位于闽清—九曲岭铜、锡成矿带北东段延伸部位与浦城—三都澳铜金银多金属成矿带^①的交汇部位, 是近年来通过深部工程勘察在该带上发现的小而富铜矿床。其北面有赤路中型钼矿床, 西面有较多钼矿点, 南东面宁德—霞浦一带有较多的铜矿点和铜、锡异常。通过普查工作发现, 宁德禅地铜矿床成矿地质条件较好, 矿体多呈脉状, 品位较富, 局部见缓倾角层状矿体。

1 区域地质特征

该区地处福安—南靖北东向断裂带与浦城—宁德北西向构造带交汇处, 晚侏罗世火山活动频繁且强烈。区内主要有中生界上侏罗统南园组第三段和第二段, 下白垩统石帽山群上组上段和下组上段、下段, 主要为一套沉积-火山喷发岩系。

区内断裂构造十分发育, 北东向构造控制南园组火山岩、燕山期侵入岩总体展布方向; 北西向构造控制石帽山群火山岩的分布; 北北西向、近南北向 2 组构造与铜、钼矿化关系密切, 并控制区内铜、钼矿(化)体的产出。

区内岩浆活动强烈, 特别是燕山期, 是区内主要的岩浆活动期, 也是主成矿期。该区处于赤路含黑云母花岗岩岩体往南西连接赤溪含黑云母花岗岩岩体半包围圈的中心部位, 深部可能有含黑云母花岗岩托底。中心相为中粗粒含黑云母花岗岩, 边缘相为中细粒含黑云母花岗岩, 与围岩(英安质晶屑凝灰熔岩)接触界线发育有宽窄不一的云英岩化带。

根据禅地磁测资料^②(100 m×10 m), 发现磁异常 2 处, 异常形态呈锯齿状, 异常峰值 1 000 左右($\times 10^{-6}$ CGSM 单位)。

区域化探资料显示 Au、Ag、Bi、Cu、Cd 等元素离差值较高^③, 同时 Au、Ba、Cu、

① 陈鹤年, 谢家莹等, 福建浦城—三都澳铜金银多金属成矿带成矿规律及成矿预测研究报告, 1992。

② 福建省第四地质大队, 福建省宁德禅地铜铁矿点初查评价报告, 1974。

③ 福建省地质测绘院, 福建省 1/20 万福安幅地球化学图说明书, 1993。

收稿日期: 2008-03-07

作者简介: 刘可思(1975-), 男, 工程师, 地质矿产勘查专业。

Mo 等元素变异系数数值较高,表明这些元素分布的不均匀,有局部的矿化和富集特点。

区域内主要有赤路 Cu-Mo 找矿远景区,面积约 100 km²。区内圈定有 Cu、Ag、Au、Mo、Pb、Zn、W 等元素地球化学异常区,其中以 Cu 异常为最明显,面积最大,同时套合 Mo、W 2 个元素,异常强度较高,梯度较明显,以赤路—禅地一带为中心,异常面积基本覆盖矿区全区。

2 矿区地质特征

2.1 地层

矿区主要出露中生界上侏罗统南园组第三段 (J_{3n}^{c-2}) (图 1)。其根据岩性分为上、下 2 层。

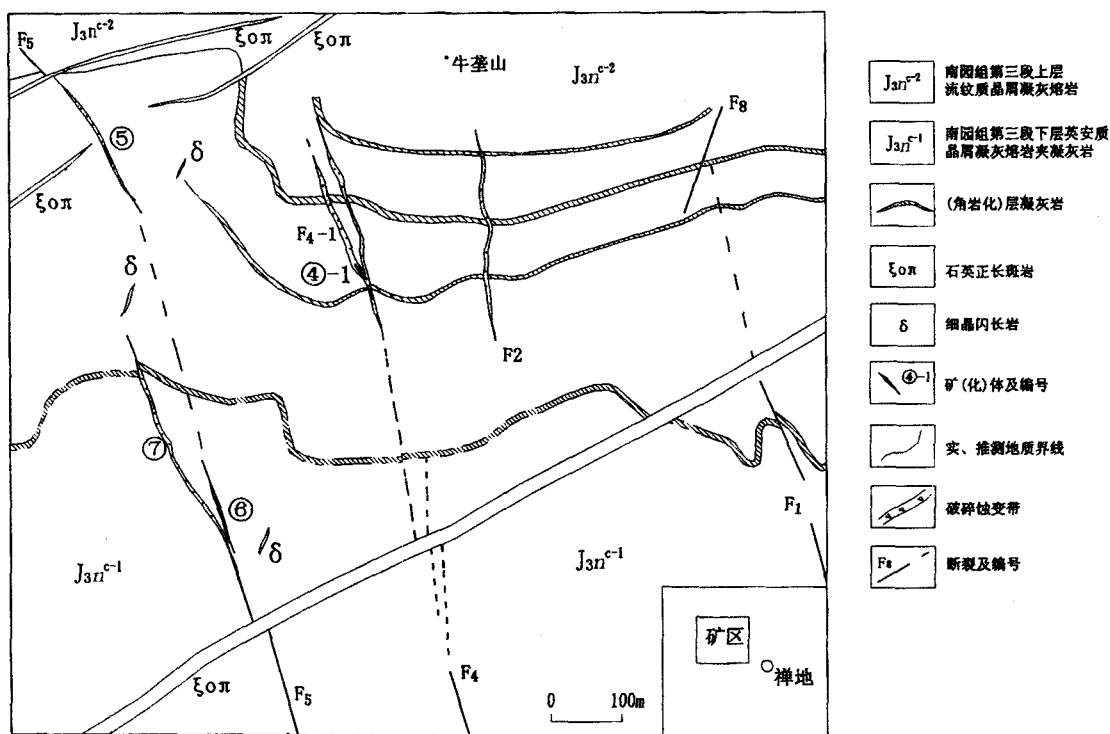


图 1 宁德禅地矿区铜多金属矿地质简图

Fig. 1 Generalized geologic map of the Chandi copper polymetallic ores in Ningde City, Fujian Province

上侏罗统南园组第三段上层:出露于矿区牛垄山及其以北一带,高程一般在 930 m 以上,厚度较薄。岩性主要为流纹质晶屑凝灰熔岩夹角岩化层凝灰岩。该层底部夹有一层角岩化层凝灰岩,厚 7 m~8 m;中部有一层角岩化凝灰岩,厚 2 m~3 m。层凝灰岩总体倾向北东,倾角约 10°。

上侏罗统南园组第三段下层:大面积出露于矿区东部、中部及西部一带。岩性主要为英

安质晶屑凝灰熔岩、层凝灰岩及英安质含晶屑凝灰岩。该层中上部和中部各夹有一层凝灰岩, 经变质作用而形成石榴石、磁铁矿石角岩和角岩化凝灰岩, 其厚度分别为 3 m~6 m 和 1 m~3 m, 为该矿区的主要贮矿围岩。

2.2 构造

受区域地质构造影响, 区内主要发育有北东向和北北西向断裂构造, 规模大小不一, 具有多期次活动的特征。其中控矿构造以北北西向为主 (F_1 、 F_2 、 F_4 、 F_5 等), 构造性质以压扭性为主。后期的破矿构造则以张性为主, 其中大部分被岩脉充填。

F_1 断裂: 位于禅地村西北部, 长约 170 m, 宽 0.3 m~0.5 m, 总体走向 340° , 陡倾角。构造破碎角砾原岩为英安质晶屑凝灰岩, 均已被绢云母、绿泥石、绿帘石所交代。胶结物为绢云母、绿泥石等, 见少量星点状黄铁矿、磁铁矿, 铜矿化较弱, 断距 2 m~3 m。其切断角岩化层凝灰岩。

F_4 断裂: 出露于牛垄山南坡, 长约 750 m, 宽 1 m~6 m, 总体走向 $320^\circ\sim352^\circ$, 倾向以南西为主, 局部北东, 倾角 $60^\circ\sim85^\circ$ 。其中发育次一级断裂, 局部有分叉复合现象, 断裂中心部位挤压破碎, 矿化蚀变强, ④-1、④-2 铜矿体即贮存于其中。断裂两侧岩石绿泥石化、绢云母化、绿帘石化强烈。是区内的主要控矿构造, 断裂性质属压扭性。该断裂南部物探激电异常反映较好。

F_5 断裂: 出露于牛垄山南坡、 F_4 断裂西侧, 往南延伸至矿区以外。区内长 1 600 m, 总体走向 342° , 多倾向南西, 陡倾角, 具右雁行排列。沿断裂岩石破碎, 中心部位发育构造角砾岩, 其中可见黄铜矿化、黄铁矿化、辉钼矿化、穆磁铁矿化等蚀变, 两侧岩石多具绿泥石化、绿帘石化、绢云母化等。其控制着⑤、⑥、⑦号矿化蚀变脉的分布特征。断裂性质属压扭性。

2.3 侵入岩

区内燕山晚期岩浆活动频繁, 沿北东向断裂带及其附近出露主要有石英正长斑岩、正长斑岩、闪长玢岩及小规模细晶闪长岩、流纹岩脉等。脉岩走向以北东为主, 其次为北北东, 脉体出露大小不一, 多呈平行状, 在脉岩两侧及其附近, 见有绢云母化、绿泥石化和绿帘石化等蚀变。

北东向断裂构造多晚于北北西向控矿构造, 而岩脉多充填于北东向构造中, 且多切错北北西向控矿构造。

3 矿床地质特征

3.1 矿体规模、形态

区内共发现矿化蚀变脉 5 条, 总体走向北西 $330^\circ\sim350^\circ$, 其中有④号脉控制程度较高, 目前发现 3 个主要矿体 (编号为④-1、④-2、④-3), 矿体一般多呈脉状、透镜状、豆荚状、囊状交代充填于 F_4 断裂及其次级断裂中, 陡倾角 (④-3 号除外); 长一般 30 m~200 m, 宽 0.55 m~2.80 m; 局部出露地表, 目前控制的 803 m~893 m 标高均有见矿, 往深部有进一步延伸的趋势, 具有一定的规模, 达到工业矿体。

④-1 号矿体: 产在南园组第三段英安质晶屑凝灰熔岩中, 受控于断裂 F_4 及其次级断裂 F_4-1 中。矿体长约 265 m, 宽一般为 1.00 m~1.53 m, 最窄处为 0.55 m, 最宽处可达

2.51 m。矿体总体走向为 334° ，倾向南西西，倾角 $63^{\circ}\sim 85^{\circ}$ ，多为陡倾角，其深部往南有侧伏现象。矿体呈脉状具膨大缩小、分叉等特点。深部工程控制的延伸目前为 80 m \sim 90 m。Cu 最高品位为 5.18%，一般为 0.65% \sim 2.31%，平均品位 0.71%，局部含 Mo 0.01% \sim 0.15%。

④-2 号矿体：为盲矿体。位于④-1 号矿体北侧，呈斜列式产出，产于南园组第三段英安质晶屑凝灰熔岩中，受控于断裂 F_4 及其次级断裂 F_4-1 。矿体长 35 m \sim 105 m，宽一般为 1.00 m \sim 2.00 m，最窄处为 1.00 m，最宽处为 2.80 m，控制延伸 90 m。总体走向为 339° ，倾向南西西，倾角 $82^{\circ}\sim 86^{\circ}$ ，多为陡倾角。矿体呈脉状具膨大缩小、分叉等特点。Cu 最高品位 3.61%，一般为 0.46% \sim 3.33%，平均品位 2.24%，局部含 Mo 0.012% \sim 0.46%（图 2）。

④-3 号矿体：为盲矿体。产于南园组第三段角岩化层凝灰岩与 F_4 断裂交汇处，与④-2 号矿体呈“十”字型相连。矿体呈缓倾角似层状，总体倾向北东 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，倾角 $5^{\circ}\sim 12^{\circ}$ 。矿体目前控制长约 20 m，宽一般 10 m \sim 18 m，厚 1 m \sim 2 m。其顶板为一层厚约 0.5 m 的流纹斑岩，底板为英安质晶屑凝灰熔岩。Cu 品位一般为 5.90% \sim 10.25%，平均 2.11%（图 2）。

3.2 围岩

矿体与围岩接触界线较清楚。围岩主要可划分为 2 类：一类是南园组第三段英安质晶屑凝灰熔岩，一般具硅化、绿泥石化、绿帘石化、绢云母化、黄铁矿化、黄铜矿化、穆磁铁矿化、磁铁矿化等蚀变。另一类为角岩化层凝灰岩和流纹斑岩，其主要分布在矿体的底板或顶板。

3.3 矿石矿物特征

3.3.1 矿物成分

金属矿物主要有黄铁矿、黄铜矿、穆磁铁矿、磁铁矿等，其次为方铅矿、闪锌矿、黝铜矿、褐铁矿、蓝铜矿等；脉石矿物主要有绿泥石、绢云母、石英、绿帘石、石榴石等。

据光片分析结果，主要金属矿物从早到晚生成顺序大致为早中期黄铁矿 \rightarrow 穆磁铁矿、磁铁矿 \rightarrow 闪锌矿、方铅矿 \rightarrow 黄铜矿 \rightarrow 黝铜矿、蓝铜矿 \rightarrow 晚期黄铁矿。其中黄铜矿生成时间延续较长，从早期黄铁矿 \rightarrow 晚期黄铁矿均有产出。

3.3.2 结构构造

矿石结构以他形粒状-半自形晶结构为主；矿石构造以细脉浸染状为主，其次为细脉状、脉状、团块状、网脉状。

3.3.3 矿石类型

按金属矿物组合可划分为铜矿石、铜硫矿石、铜钼矿石等；根据矿石结构构造可划分为细脉浸染状矿石、细脉状矿石、团块状矿石、网脉状矿石等。

3.3.4 矿床氧化带

矿床氧化带不发育，一般在 0 m \sim 5 m，且氧化带在地表上走向不连续。呈多孔状、蜂窝状，矿石呈灰褐色，由褐铁矿、蓝铜矿等组成，肉眼难以发现金属矿物，其品位变化不大。沿氧化带垂直方向，大致可分为氧化带 \rightarrow 混合带 \rightarrow 原生矿石带，混合带在空间上分布极不发育，氧化程度随着深度加大而逐渐减弱。

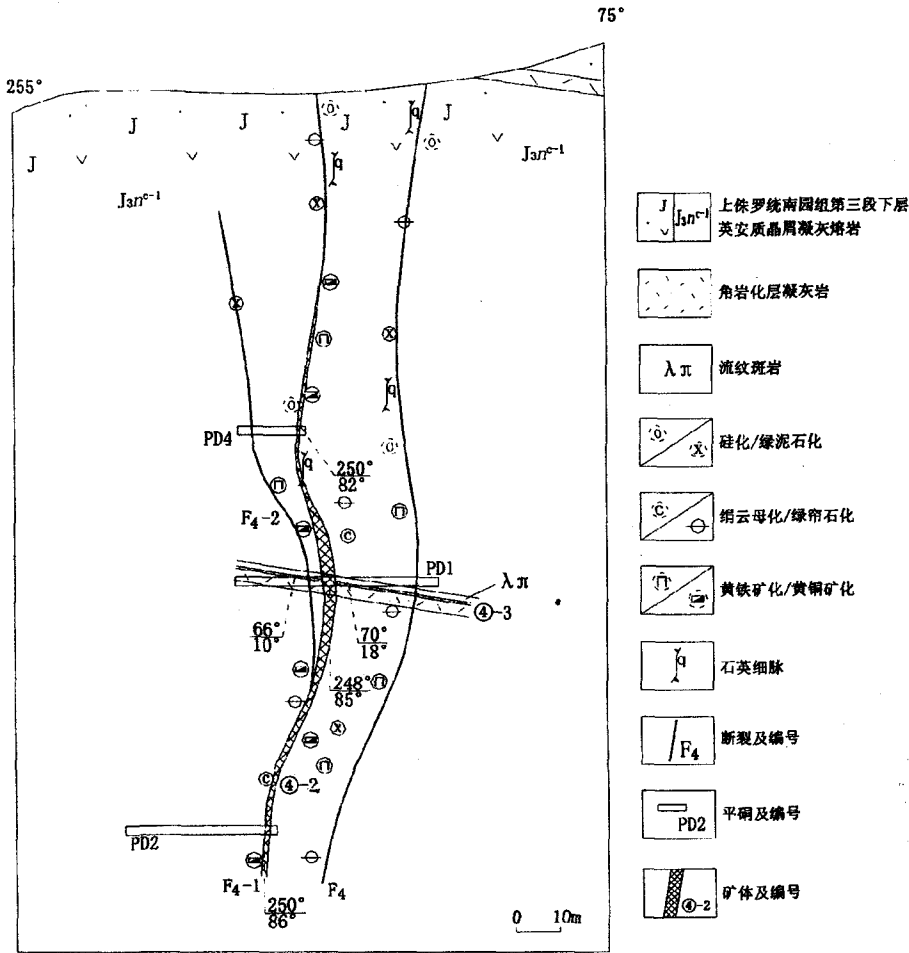


图 2 宁德禅地铜多金属矿 5 线地质剖面图

Fig. 2 Diagram showing the geological profile in the No. 5 exploration line of the Chandi copper polymetallic ore

3.4 围岩蚀变

围岩蚀变主要与燕山晚期岩浆活动有关，较为普遍的有硅化、绿泥石化、绿帘石化、绢云母化、黄铁矿化等。发育有层状蚀变和线型蚀变 2 类。

层状蚀变：主要发育于层状凝灰岩中，在区内主要有 4 层。其中最下部一层具石榴石角岩化，局部形成磁铁矿体；上部 3 层层凝灰岩主要发生角岩化，目前发现其中一层与 F₄ 断裂接触带附近充填缓倾角似层状铜矿体。

线型蚀变：主要发育于北北西构造破碎带中，与铜矿体的关系较密切。蚀变主要有绿泥石化、硅化、绿帘石化、绢云母化、黄铜矿化、蓝铜矿化、黄铁矿化、褐铁矿化、磁铁矿化、方铅矿化、闪锌矿化等，同时伴随有次生石英、石榴石、方解石等。远离破碎带蚀变则明显变弱。

4 矿床成因初探

矿床处于赤路含黑云母花岗岩岩体往南西连接赤溪含黑云母花岗岩半包围圈的中心部位的上侏罗统南园组内,深部可能有含黑云母花岗岩托底。同时区内正长斑岩、石英正长斑岩、闪长玢岩、细晶闪长岩、流纹斑岩等岩脉较发育,一般沿北东向断裂侵入充填。反映北西向断裂和沿北西向岩浆岩脉侵入活动与燕山晚期强烈活动的宁德至松溪北西向断裂带有密切关系。燕山期强烈的岩浆活动为铜矿床提供了的热液来源。形成的矿物组合主要有黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿、磁铁矿及绿泥石、绢云母、石英、绿帘石等,上述这些矿物主要形成于中低温条件。

由此可见,燕山期大规模的岩浆侵入活动后,部分岩浆期后分异的岩浆及含矿热液沿北东向断裂运移,并混合了部分地下水热液。由于岩浆热液富含 F、Cl、S、C 等各种组分,在运移的过程中从矿区南园组地层中不断地萃取 Cu、Mo 等成矿元素。岩浆热液的运移过程也是成矿溶液不断集中富集的过程^[2]。随着温度、压力的降低, pH 值的变化以及水解作用,金属溶液难以运移,矿质先存在断裂、裂隙中沉淀并富集成矿。

因此,禅地铜矿床在成矿时空上与中生代中酸性岩浆活动有密切相关,矿床成因类型属于岩浆热液交代-充填型。

5 找矿标志和找矿方向

5.1 找矿标志

(1) 区域地球化学异常。禅地铜矿床产于中生代南园组地层中,受断裂构造控制。区内 Cu 元素离差值和变异系数值较高,表明 Cu 元素分布的不均匀性,有局部的矿化和富集;另外晚侏罗世一早白垩世火山岩中 Cu 元素平均含量为 38×10^{-6} ,其中南园组第三段中 Cu 元素含量达 51×10^{-6} ,在南园组第二段中 Cu 元素含量达 55×10^{-6} ^①。说明,南园组第二段和第三段地层为铜矿床提供了部分成矿物质,所以,中生代南园组是主要找矿标志。

(2) 晚侏罗世南园组中侵入岩脉。特别是流纹岩与层状凝灰岩接触带所形成的缓倾角(石榴石)角岩带附近,也是主要找矿标志之一。

(3) 矿体主要以脉状贮存于北北西向含矿构造破碎带内。矿体规模、形态受构造破碎带控制明显。所以,北北西向构造破碎带也是主要找矿标志。

5.2 找矿方向

(1) 该区位于闽清—九曲岭钨、锡成矿带的北东段延伸部位与浦城—三都澳铜金银多金属成矿带的交汇部位,福安—南靖北东向断裂带与浦城—宁德北西向构造带交汇处,上白石—宣洋晚侏罗世火山喷发亚带上。燕山期岩浆活动强烈,区域上铜、钨等多金属矿(化)点多,具良好的成矿地质背景^②。

(2) 根据有关资料研究^[1],结合该区所处的区域地质背景,地表多有北东向岩脉群及磁异常,地表有 Cu、Mo、W、Au、Ag、Pb、Zn 等地球化学异常组合,地表有热液型脉状铜

① 福建省地质测绘院 福建省 1/20 万福安幅地球化学图说明书, 1993。

② 福建省地矿局, 福安、三沙、浮鹰岛幅区域地质调查报告 (1/20 万), 1982。

矿体及铜矿体矿石类型、结构构造及矿物组合的变化规律，同时，区内不仅表现有接触变质作用的特征，而且还具有明显的热液充填交代现象等因素，推测深部可能存在隐伏斑岩和斑岩型铜矿体。

(3) 目前在矿区内已发现大小 5 条矿化蚀变脉，其中 4 条中已找到工业矿体，且主要产于北北西断裂带中，其余的北北西向断裂带仍具有开展进一步工作的价值。另外对于贮存于缓倾角层凝灰岩与英安质晶屑凝灰熔岩接触带中，同时受控于断裂 F_4-1 及④-3 号缓倾角似层状矿体要加强工程控制与地质研究工作，区内共有 4 层缓倾角似层状（石榴石）角岩化层凝灰岩，都具有进一步找矿的潜力。

参 考 文 献

- 1 石礼炎，高天钧等．福建省大型隐伏铜矿床预测．福州：福建省地图出版社，1998
- 2 袁见齐，朱上庆，翟裕生．矿床学．北京：地质出版社，1979

On Genesis and Geologic Characteristics of the Chandi Copper Deposit in Ningde, Fujian Province

Liu Kesi

(No. 4 Geological Party of Fujian Province, Ningde, 352100)

Abstract

The Chandi copper deposit in Ningde, Fujian Province was discovered in the tuff interlayer of dacite crystal tuff lava of Upper Jurassic Nanyuan Formation. The ore body exists in veins and a parabedded form with a low dip angle, which is controlled by faulted structures. The ore-forming process has a close relation with Mesozoic intermediate and acid magmatic activity in space time. The deposit belongs to the copper deposit of magmatic hydrothermal replacement and filling type.

Keyword copper deposit, geologic characteristics, genesis, Ningde City, Fujian Province