福建松溪大林坑钼多金属矿床地质特征及成因初探①

刘诗光
(福建省地质调查研究院，福州，350011)

摘 要 松溪大林坑钼多金属矿床位于浦城—宁德北西向钼多金属成矿带的中段，矿体产于大林坑破火山口的北东侧，辉钼矿主要分布在近火山口的南园组火山岩的裂隙和放射状断裂中，钼矿体呈等轴圆状，而铅锌矿体则呈脉状赋存在远离火山口的放射状断裂中，围岩蚀变以中低温面状蚀变为主，具水平分带和垂直分带，成矿作用与隐伏中酸性（偏碱性）斑岩关系密切，属于火山热液-斑岩型矿床成因类型。

关键词 钼多金属 地质特征 矿床成因 成矿模式 松溪大林坑

1 区域地质特征

工作区位于闽西火山活动带之松溪—上杭喷发带和松溪—罗源新澳北西向火山喷发带的交汇部位，属松溪—观前火山喷发盆地的东段。区域构造处于浦城—永泰嵩口南北向断裂和浦城—宁德北西向断裂带交汇部位。从元古代以来，地质构造活动强烈，具有多期、多次活动特点。具备形成多类型大型矿床的成矿地质条件，找矿前景好。

主要地层有下元古界麻源群大金山组、东岩组、龙北溪组。大金山组岩性主要为黑云斜长变粒岩夹斜长角闪岩，厚度 300.46 m，为火山-含碳质沉积碎屑岩类复理石建造；东岩组（变粒岩、角闪片岩组合）和龙北溪组（变粒岩、片岩组合）仅在东南侧有少量出露。盖层为上侏罗统南园组第二段，为一套陆相酸性火山岩、火山碎屑岩夹沉积岩组合；受区域构造影响，南园组第二段酸性火山岩呈北东向带状分布。

在区域重力图上（60 km ×60 km 窗口平均布格重力异常），该区处于闽西重力梯度带北段，浦城—宁德重力梯度带在该区经过，区内重力异常在观前以南呈北西走向，其北则向北拐。

在上延 20 km 航磁△T 图上，该区处于北西向正异常区，在上延 5 km 及原始△T 图上，该异常被分解为中部北西向高磁异常，并与南北向高磁异常相复合。

重、磁资料反映该区处于闽西地幔缓隆起北段，顺昌幔凸东端及浦城幔凹内，浦城- 宁德断裂带从该区通过，莫霍面深度 33 km～ 34 km。

1∶20 万与 1∶5 万地球化学资料表明，在大林坑—陈源地区存在 Cu、Pb、Zn、Mo、Au、Ag 成矿元素异常，伴生元素 W、Sn、Bi，异常面积大，含量普遍较高，元素组合齐全。

① **收稿日期**：2005-04-12
作者简介：刘诗光（1969-），男，工程师，地质矿产勘查专业。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

经过 1∶1 万土壤测量, 总共圈定了 Cu、Mo、Pb、Zn、Ag、Bi 元素异常面积 4.5 km^2, 异常主要落在大林坑火山机构及其东侧, Mo、Bi 元素异常呈近等轴状分布在近火山口处, Cu、Pb、Zn、Ag 元素异常呈北东走向的带状、椭圆状分布在火山口外围 (图 1)。

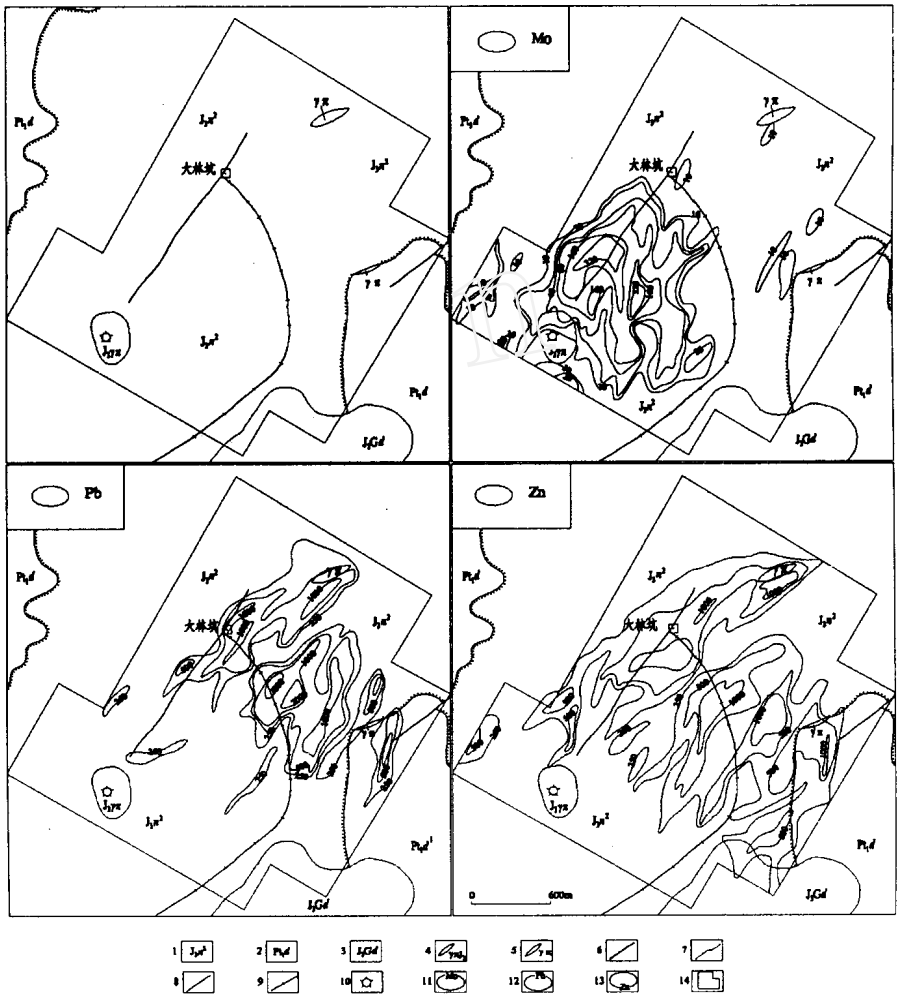


图 1　松溪大林坑钼多金属矿床土壤测量异常剖析图

Fig. 1　Diagram showing the analyses results of the soil surveying anomaly from the Dalinkeng molybdenum polymetallic deposit in Songxi County

1—南园组第二段; 2—大金山组; 3—高道源单元; 4—次花岗斑岩; 5—花岗斑岩; 6—实测不整合地质界线; 7—实测地质界线; 8—性质不明断层; 9—火山成因断裂; 10—火山口、火山喷发中心; 11—Mo 异常 ($\times 10^{-6}$); 12—Pb 异常 ($\times 10^{-6}$); 13—Zn 异常 ($\times 10^{-6}$); 14—1∶1 万土壤测量范围

2　矿区地质特征

2.1　地层

区内出露地层简单, 主要为下元古界的大金山组及中生界上侏罗统南园组第二段 (图 2)。

大金山组: 分布在矿区东南角。岩性主要为灰、浅灰绿色云母石英片岩、黑云斜长变粒

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

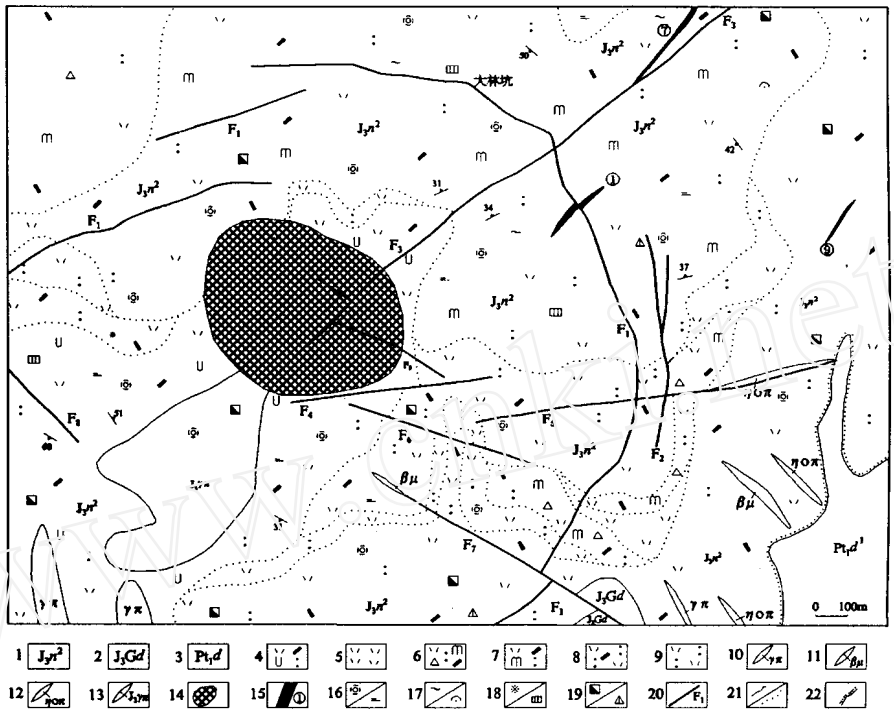


图 2 松溪大林坑钼多金属矿床地质图

Fig. 2 Geological map of the Dalinkeng molybdenum polymetallic deposit in Songxi County

1—南园组第二段; 2—高道源单元; 3—大金山组; 4—流纹质晶屑凝灰熔岩; 5—流纹岩; 6—流纹质(含)角砾晶屑熔结凝灰岩; 7—流纹质晶屑熔结凝灰岩; 8—流纹质晶屑凝灰岩; 9—流纹质凝灰岩; 10—花岗斑岩; 11—辉绿玢岩; 12—石英二长斑岩; 13—花岗斑岩(潜火山岩相); 14—钼矿(化)体; 15—铅矿(化)体及编号; 16—硅化/绢云母化; 17—绿泥石化/叶蜡石化; 18—绢英岩化/黄铁矿化; 19—褐铁矿化/碎裂; 20—断裂及编号; 21—岩性界线/岩相界线; 22—不整合界线

岩、斜长角闪片岩组合, 条纹、条带状构造发育, 地层产状: 43∠50°。

南园组第二段: 为区内出露最广的地层, 是大林坑火山机构的组成部分。岩性以灰、灰白色流纹质晶屑凝灰熔岩、流纹质(角砾)晶屑凝灰岩、流纹质晶屑熔结凝灰岩及浅灰色流纹质凝灰岩为主。在矿区北东及南东侧, 地层走向以北西为主, 倾向北东, 倾角 18°~40°; 北西侧地层走向为北西, 倾向南西, 倾角 31°~51°。辉钼矿体的围岩主要为喷溢相的流纹质晶屑凝灰熔岩; 铅锌矿体围岩主要为碎屑流亚相的流纹质含角砾晶屑熔结凝灰岩和流纹质晶屑熔结凝灰岩。

2.2 火山构造

区内火山构造明显受区域构造控制, 火山喷发盆地与区域构造带一致, 呈北东、北西向展布, 火山机构呈串珠状排列。火山喷发作用具有喷发规模大和具有继承性的特点。

大林坑火山机构面积约 8.0 km^2, 平面上呈椭圆状; 地貌上呈南东开口的漏斗状凹地。由南园组第二段火山岩组成。中心部位由潜火山岩相的花岗斑岩组成, 各火山岩相呈环状、半环状分布, 发育有空落亚相(流纹质晶屑凝灰岩、流纹质凝灰岩)、碎屑流亚相(流纹质含角砾晶屑熔结凝灰岩)、喷溢相(流纹质晶屑凝灰熔岩)、次火山岩相(花岗斑岩)。根据火山构造产物重叠及层序判断, 大林坑破火山口在时间上属于晚侏罗世的南园旋回, 由 3 个火山喷发次组成。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

第一火山喷发次早期以喷发为主, 形成了地形相对较低的空落相流纹质晶屑凝灰岩, 之后转入短时间的火山爆发。

第二火山喷发次规模较小, 早期以喷发为主, 形成了流纹质凝灰岩; 晚期转为爆溢 (喷溢), 形成了碎屑流相的流纹质 (含) 角砾晶屑熔结凝灰岩和喷溢相的流纹岩。覆盖在第一火山喷发次的火山岩之上, 具有“喷发不整合”特征。

第三火山喷发次由 2 个爆发-爆溢 (喷溢) 相结合而成, 火山作用以爆溢 (喷溢) 为主, 其间火山喷发有短暂的间歇, 晚期有岩浆沿环状断裂、放射状断裂侵入。

区内断裂为火山成因断裂, 总共有 2 条环状断裂和 7 条放射状断裂, 断裂性质以张性、张扭性为主, 辉钼矿脉主要赋存于流纹质晶屑凝灰熔岩的裂隙中, 少部分赋存在放射状断裂破碎带中, 而铅锌矿体则赋存在放射状断裂的次一级断裂中。

2.4　侵入岩

区内侵入岩不发育, 主要有高坑超单元高道源单元和少量燕山期的脉岩。高道源单元岩性为含斑细粒钾长花岗岩, 分布在矿区的南部, 出露面积约 0.6 km^2。脉岩主要受放射状断裂控制, 有花岗斑岩、辉长辉绿岩、辉绿玢岩、石英二长斑岩等, 呈北西和北东向分布。

2.5　围岩蚀变

区内围岩蚀变呈面状分布, 以中低温蚀变为主, 有硅化、绢英岩化、绢云母化、绿泥石化、叶蜡石化、黄铁矿化、辉钼矿化、方铅矿化、闪锌矿化, 其中硅化、绢英岩化、绢云母化、绿泥石化与辉钼矿化有关; 硅化、绿泥石化、黄铁矿化与铅锌矿化关系密切。

3　矿床特征

3.1　矿体规模及特征

钼矿 (化) 体特征: 产于大林坑破火山口内侧, 辉钼矿主要沿流纹质晶屑凝灰熔岩裂隙或放射状断裂中呈细脉、线脉状产出, 脉长数米至百余米不等, 脉幅 1 mm～ 10 mm, 矿脉走向以北东为主。辉钼矿具有面状矿化的特征, 岩石裂隙发育的地方, 辉钼矿化较强烈; 在土壤测量Mo 异常峰值大于 80×10^{-6}的异常区域均可见有辉钼矿化。钼矿 (化) 体呈近等轴圆状, 矿体长 600 m, 宽 500 m; Mo 品位 0.023%～ 0.113%, 平均品位 0.051%, 目前已控制延伸 120 m, 往深部辉钼矿网脉有合并变大的趋势。

铅 锌矿 (化) 体特征: 位于大林坑破火山口北东侧, 已发现铅锌矿 (化) 体 9 条, 矿 (化) 体长一般 50 m～ 400 m, 宽 0.8 m～ 11.44 m, 矿体多呈脉状、透镜状产于放射状断裂及其次一级断裂中, 总体走向 30°～ 70°, 倾向南东, 倾角 47°～ 72°, Pb 0.46%～ 3.63%, Zn 0.27%～ 2.82%; 目前已控制延伸 50 m, 往深部铅锌矿体品位有增高的趋势。蚀变以黄铁矿化、硅化、绿泥石化为主, 容矿岩石以流纹质晶屑熔结凝灰岩为主。

3.2　矿石矿物成分及矿石类型

矿石金属矿物以黄铁矿、辉钼矿、方铅矿、闪锌矿为主, 次为磁铁矿、黄铜矿; 脉石矿物以石英、长石、绿泥石为主, 次为绢云母、方解石、叶蜡石。

黄铁矿: 呈他形-半自形晶, 粒径 0.2 mm～ 5.0 mm, 可分为 2 期, 早期结晶程度较高, 颗粒粗大; 晚期主要呈他形粒状、浸染状、网脉状, 颗粒细小, 晶形不发育。

辉钼矿: 常与磁铁矿、黄铁矿伴生, 呈银灰色细小粒状、半自形片状, 粒径为0.02 mm～

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

0.25mm；呈浸染状、细脉浸染状产出，辉钼矿分布在黄铁矿颗粒的空洞和裂隙中及透明矿物中，主要产于大林坑破火山口内侧的硅化-绢英岩化-黄铁矿化组合蚀变带中。

闪锌矿：主要为棕褐色不透明铁闪锌矿，呈他形粒状，粒径0.5mm～6.0mm，颗粒中包裹有微粒状黄铜矿乳滴，组成乳浊结构，并有少数闪锌矿颗粒充填在黄铁矿的空洞中。

方铅锌：呈铅灰色、黑灰色，他形粒状，粒径0.08mm～2.3mm，晶面清楚可见，纯白色三角形凹坑发育，呈微细脉状沿闪锌矿的裂隙充填。

金属矿物生成顺序大致为黄铁矿→磁铁矿→辉钼矿→黄铁矿→闪锌矿→黄铜矿→方铅矿。钼矿石结构类型有半自形、他形粒状结构、交代结构，矿石构造以浸染状为主，细脉浸染状次之。铅锌矿石结构为半自形、他形粒状结构，矿石构造为细脉浸染状、斑杂状、团块状。

矿石类型比较简单，工业类型以矿石构造来划分可分为浸染状、细脉浸染状、团块状，以前二者为主；自然类型为地表的氧化矿石和深部的硫化矿石，以金属矿物组合来划分主要为黄铁矿-辉钼矿和方铅矿-闪锌矿-黄铁矿2种类型。

4 成矿作用及矿床成因

4.1 矿床成因

该区地处浦城—宁德北西向断裂带和浦城-永泰嵩口南北向断裂带交汇处，中生代火山盆地叠置于前寒武系古老基底之上，中生代中酸性火山盆地及边缘是我省重要的多金属矿床产出部位，如紫金山铜金矿床、钟腾铜矿床、赤路钼矿床等均产于类似的构造部位。区内构造-岩浆活动具多期次和长期性，其中以中生代中酸性火山-侵入活动最为强烈，火山喷发中心呈串珠状分布。区内中生代中酸性浅成斑岩发育，这些岩体具有壳幔同熔特征，与斑岩型钼多金属矿关系密切。

相同成因类型的矿床(点)，是在特定的地质条件和构造条件下形成的。其在空间分布上具有一定的规律性，由这些矿床组成的成矿带也同样具有空间分布规律。浦城—宁德北西向中生代构造岩浆带极有可能成为我省重要的钼多金属成矿带(该区位于浦城—宁德断裂带的中部)，其南东端有福安赤路斑岩钼矿、中部有上厂斑岩钼矿；北西端有武夷山坪地钼矿。这些矿床(点)大多数沿着中生代火山断陷盆地边缘分布，成矿与中酸性(偏碱性)斑岩关系密切。

大林坑钼多金属矿床产于下侏罗统南园组火山岩中，区内围岩蚀变呈面状分布，从近火山口向外围，从中高温到中低温呈渐变过渡。在水平分带上，从破火山口中心往外，蚀变组合分带为硅化、绢英岩化、辉钼矿化-绢云母化、黄铁矿化、绢英岩化、辉钼矿化-绿泥石化、叶蜡石化、方铅矿化、闪锌矿化；在垂直分带上从地表往深处硅化、绢英岩化有由弱变强的趋势。

综上所述，根据大林坑钼多金属矿床成矿地质特征，认为属于火山热液-斑岩型矿床成因类型。

4.2 成矿模式探讨

自晚侏罗世以来，由于受太平洋板块向欧亚板块的俯冲及欧亚大陆板块向南东挤压活动的影响，浦城—宁德北西向断裂带的走滑拉张作用引起大规模的岩浆喷发，形成了以酸性火山岩为主的沉积-火山建造(南园群)[1]，产生大量的北西向火山断陷盆地，在燕山晚期由于太平洋板块消减带的作用和断裂带活动的加剧，火山喷发作用增强，在原先存在的火山断陷盆

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

地内形成更多的火山通道, 大规模的火山-岩浆侵入作用发展形成大林坑破火山口。

在大林坑破火山口形成之后, 火山热液和火山期后热液中富含金属的含盐流体, 随来自地壳深处的中-中酸性岩浆, 通过浦城—宁德北西向断裂带的次一级断裂花桥北西向断裂带上升至地表浅部。由于温度、压力骤然降低, 岩浆迅速冷却形成斑状岩石, 而富含金属的含盐流体便运移到侵入岩体的顶部, 通过交代岩体本身或附近围岩 (大金山组变质岩), 致使成矿物质不断集中而形成成矿热液。而岩体的顶盖为南园组中酸性火山碎屑岩, 岩石裂隙又不发育, 岩石致密, 可作为岩体顶盖的"隔挡层"[2], 使矿液不易流通和散失, 有利于成矿热液在岩体内部特别是岩体顶部、接触带或先存的火山成因断裂及次级断裂沉淀富集成矿。

在岩体的附近由于成矿热液温度较高、压力较大, 致使在近火山口处的南园组火山碎屑岩的微裂隙和放射状断裂中形成温度较高的呈网脉状、细脉浸染状的辉钼矿, 而远离岩体的地方, 由于成矿热液温度相对较低、压力较小, 成矿热液在火山机构的环状断裂和放射状断裂富集形成铅锌矿体; 其成矿模式 (图 3)。

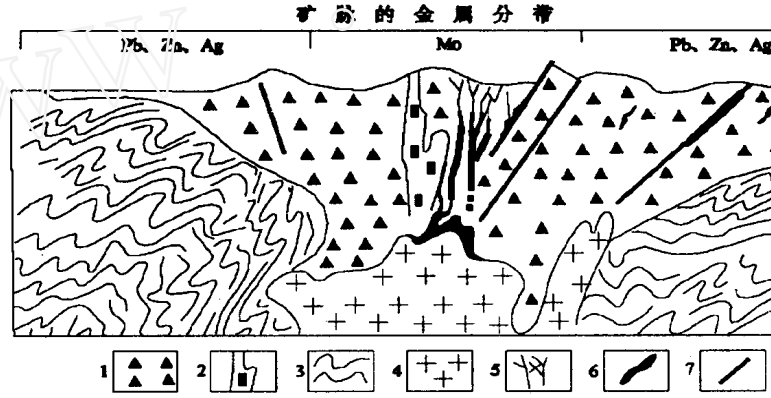


图 3　松溪大林坑钼多金属矿床成矿模式图

Fig. 3　Diagram showing the metallogenic pattern of the Dalinkeng molybdenum polymetallic deposit in Songxi County

1—中生代火山岩; 2—次火山岩(潜火山相); 3—变质岩基底; 4—侵入岩体; 5—网脉状矿体; 6—大脉状矿体; 7—断裂

5　找矿标志

(1) 土壤Mo 异常浓集中心, 是区内寻找钼矿的重要标志。

(2) 土壤 Pb、Zn 多金属异常浓集中心, 是寻找 Pb、Zn 多金属矿的重要标志。

(3) 断裂破碎带中的黄铁矿化、硅化, 绢英岩化等蚀变强烈, 并构成黄铁矿化硅化岩脉或黄铁绢英岩脉的地段, 是重要的直接找矿标志。

(4) 在近火山口附近, 辉钼矿主要沿流纹质晶屑凝灰熔岩裂隙呈细脉、线脉状, 蚀变也以硅化, 绢英岩化为主, 根据成矿模式, 辉钼矿线脉在深部有富集的可能, 特别是在岩体的顶部、接触带附近。

(5) 在近火山口附近的放射状断裂, 也是辉钼矿富集的有利部位。

(6) 在远离火山口的外围环状断裂和放射状断裂, 是寻找铅锌矿体的有利部位。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

6 结论

(1) 松溪大林坑钼多金属矿床位于浦城—宁德北西向钼多金属成矿带的中段，成矿作用与隐伏中酸性（偏碱性）斑岩关系密切。

(2) 区内围岩蚀变呈面状分布，蚀变从近火山口位置向外围从中温到低温的渐变过渡。

(3) 辉钼矿主要分布在近火山口的南园组火山岩的裂隙中，矿体呈细脉、线脉状产出，而铅锌矿体则赋存在远离火山口的断裂中，松溪大林坑钼多金属矿床属于火山热液-斑岩型矿床成因类型。

本文根据“福建省松溪县大林坑钼多金属矿地质普查”和“福建省浦城—松溪半岭铜铅锌矿评价”设计和野外工作的地质成果编写而成。

参 考 文 献

1 地矿部福建地质矿产勘查开发局．福建省地质图（1∶50 万）说明书．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，1985

On the Geologic Characteristics and Genesis of the Dalinkeng Molybdenum-polymetallic Deposit in Songxi County, Fujian Province

Liu Shiguang

(*Fujian Institute of Geology Survey and Research, Fuzhou*, 350011)

Abstract

The Dalinkeng molybdenum-polymetallic deposit is situated on the intermediate section of the Pucheng-Ninde molybdenum-polymetallogenic belt. The orebody is found in the northeastern side of the Dalinkeng caldera. The molybdenite is dispersed over the fissures and radiating fractures of Nanyuan Formation volcanic rock and the molybdenum orebodies are in the shape of an equiaxial round. The lead-zinc orebodies are discovered in the radiating fractures far away from the volcanic crater with occurrence in veins. The wall-rock alteration mainly is the intermediate-low temperature surfacing alteration with the horizontal zoning and vertical zoning. It is inferred that the ore-forming process has a close relation with buried intermediate-acidity (meta-alkality) porphyry. It belongs to the ore deposit of a volcanic hydrothermal and porphyry type.

Keywords molybdenum polymetallic deposit, geologic characteristics, deposit genesis, ore-forming pattern, Songxi County

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net