# 福建浦城金竹坑铅锌矿床地质特征及成因初探①

刘乃忠　刘诗光
（福建省地质测绘院，福州，350011）

**摘　要**　浦城金竹坑铅锌矿床产于早元古代麻源群大金山组、大金山组与侏罗系梨山组接触带以及加里东期片麻状花岗闪长岩中。矿体呈脉状、似层状，受断裂构造控制，成矿在时间、空间上与中生代中酸性岩浆活动密切相关，属于岩浆热液交代-充填式矿床。

**关键词**　铅锌矿　矿床地质特征　脉状似层状　浦城金竹坑

浦城金竹坑铅锌矿床位于武夷山成矿带（$\mathrm{III}_2$）闽中裂谷铅锌多金属成矿亚带（$\mathrm{III}_2^2$）的北部，是近年来通过地球化学测量在该成矿带上发现规模较大的金属矿床。普查发现浦城金竹坑铅锌矿成矿地质条件较好，矿体延伸长，宽度大，有望达到中型规模。初步分析其成矿地质特征及成因，对该区多金属找矿工作具有一定的指导意义。

## 1　区域地质特征

### 1.1　区域地质物化探特征

该区处于闽西北隆起带和闽东火山断坳带接触部位，浦城—宁德三都澳北西向断裂带与浦城至南平南北向断裂带交汇处，政和—大埔深大断裂在该区南东侧通过。自早元古代以来地质构造活动强烈，具有长期、多次活动的特点。区内基底为早元古代大金山组和南山组，主要岩性为黑云斜长变粒岩夹斜长角闪片岩、条带状黑云母（二云母）石英片岩夹黑云斜长变粒岩。原岩以砂泥岩为主（局部为富碳高铝质），夹基性火山岩，缺古生代地层。盖层主要有侏罗系梨山组、漳平组、长林组、下渡组以及白垩系寨下组、沙县组等。多为断陷式或上迭式盆地产出，主要为一套陆相中酸性火山-沉积岩。

区内断裂构造十分发育，北东向、北北东向和北西向断裂交汇控制中生代盆地的展布。从加里东期至燕山期，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。特别是酸（偏碱）性侵入岩多数为成矿岩体，成矿元素富集系数普遍较高，如石英正长岩体的富集系数Cu 5.5，Pb 9.9，Zn 7.4，Ag 12。而且在空间分布上与矿田、矿床（点）关系十分密切，沿岩体接触带常形成成矿元素的地球化学异常带。

在区域重力图上（指60 km ×60 km 窗口平均布格重力异常），该区处于闽西重力高带的北段。浦城—宁德重力梯度带在该区通过，区内重力异常在观前以南呈北西走向，其北侧向北拐，在不同深度场图上（指40 km ×40 km，20 km ×20 km 窗口平均布格重力异常及原始

① **收稿日期**：2003-11-15
**作者简介**：刘乃忠（1966-），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

布格重力异常）观前以南主要表现为北西向负异常，其北部呈近南北向相对高异常延向浙江省境内。在 20 km ×20 km 剩余布格重力异常图上，主要为北西向负剩余异常斜贯中部，并在屏峰附近向北突出，正剩余异常仅在北东向及南西部出现。

区域航磁异常（△T）金竹坑为—10 nT，向北东逐渐降低，向南西逐渐抬高，异常呈北西向。矿区处于航磁正负异常交替带附近（图 1）。

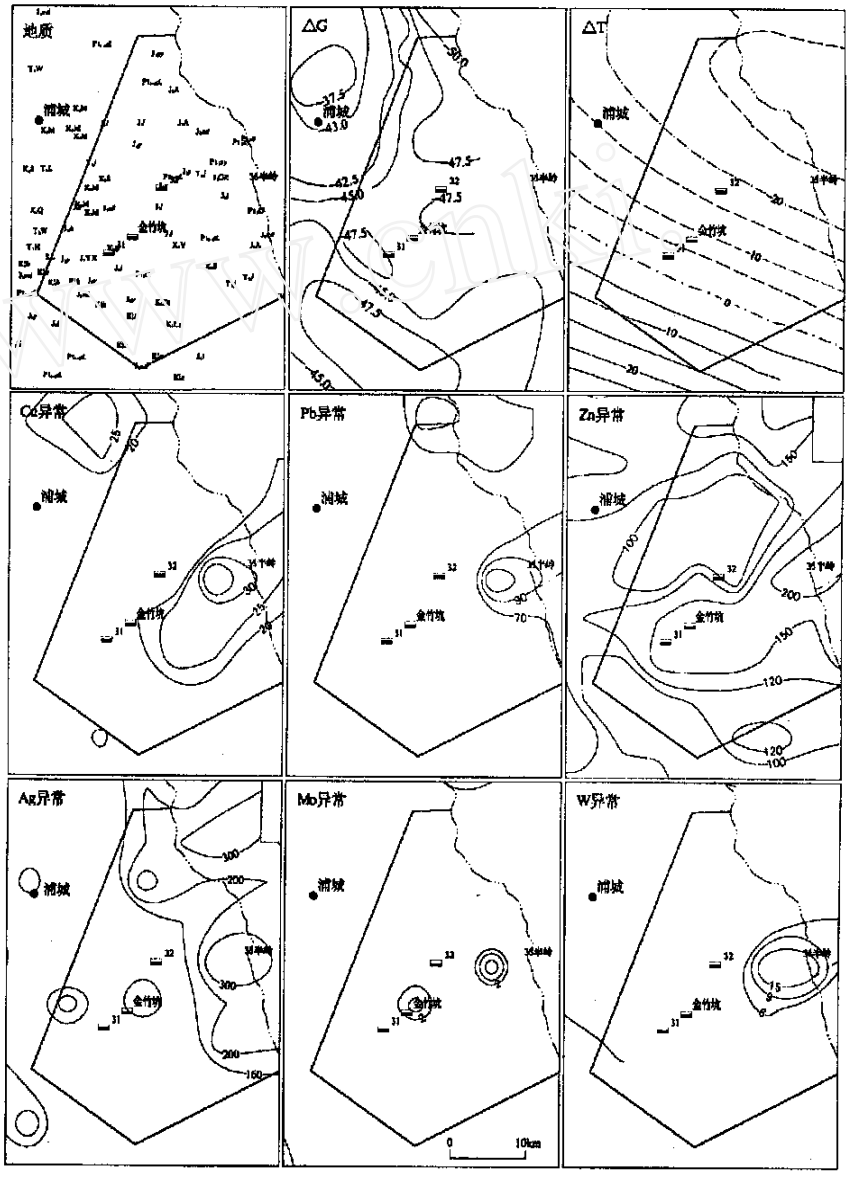



**图 1 浦城金竹坑铅锌矿综合信息剖析图**

**Fig. 1 Diagram showing the analyzing results of integrated information from the Jinzhukeng Lead-zinc Deposit in Pucheng County**

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

重力、航磁异常资料反映该区处于闽西地幔缓隆带北段, 顺昌幔凸东端及浦城幔凹内, 浦城—宁德断裂带从该区通过, 莫霍面深度为 33 km～ 34 km。

区内Cu、Pb、Zn、Ag单异常发育, 经1∶5万水系沉积物测量圈出长 15 km, 宽 7 km, 面积为 140 $km^2$ 的Cu、Pb、Zn、Ag异常区 (带), 并伴有W、Sn、Mo、Bi、Cr、Ba、Ti、As和 Sb 元素异常。区内多组不同的异常和多组元素的高背景相互重叠, 反映出区内成矿元素岩浆热液是多期叠加。

上述地质、物化探异常特征反映该区是铜、铅、锌、银成矿的有利地区。

### 1.2　矿区地质特征

#### 1.2.1　地层

侏罗系梨山组下段: 出露于矿区中部, 岩性为灰、灰白色中粗粒石英砂岩夹粉砂岩、泥岩。岩石呈中厚层-薄层状, 在矿区北部出露较薄, 仅在山顶出露, 与下伏的大金山组呈断层接触 (图 2)。

麻源群大金山组下段: 出露于矿区西部、东北部和南部, 岩性为灰色黑云斜长变粒岩、斜长变粒岩及混合岩。岩石中局部可见花岗质、伟晶质及长英质脉体, 形成条带 (纹) 状构造,

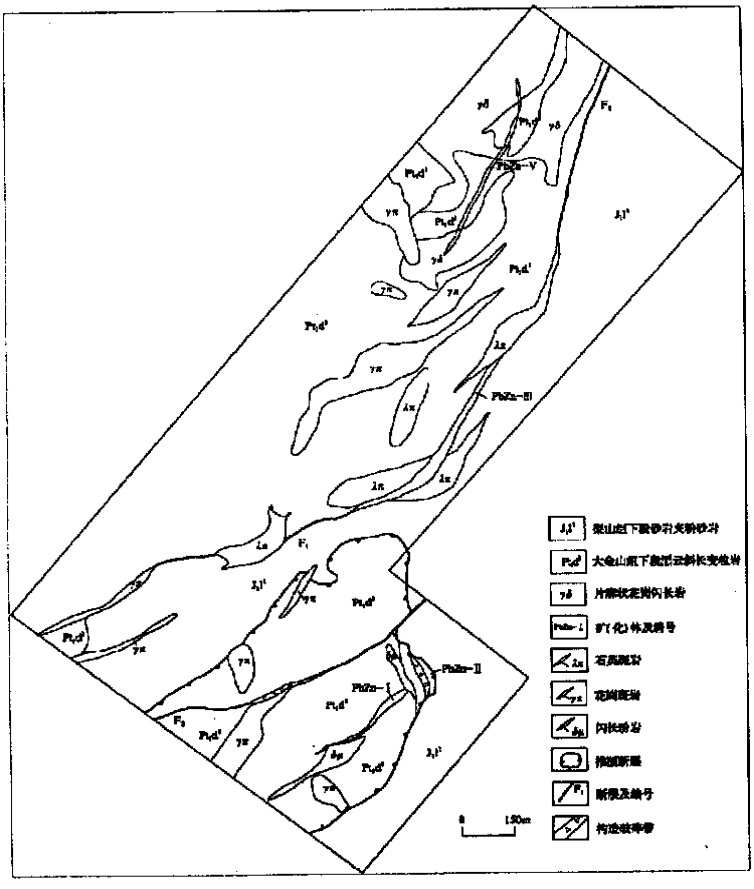


图 2　浦城金竹坑铅锌矿区地质略图

Fig. 2　Schematic geological map of the Jinzhukeng lead-zinc mining in Pucheng County

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

厚度不详，为主要赋矿地层。

1.2.2 构造

主要为北东及北西向断裂，构造规模大小不一，具有多期次活动的特征。其中控矿构造以北东向为主，构造性质为先压后张。后期的破矿构造则以张性断裂为主，其中大部分充填脉岩。现将主要断裂构造分述如下:

$F_1$ 出露于矿区的中部，从南至北贯穿全区。走向北北东，倾向南东，倾角 60°～ 70°，沿走向蜿蜒曲折，局部有花岗斑岩、石英斑岩充填。断裂两侧岩石硅化、绢云母化强烈，控制Ⅲ号矿体的展布，是区内主要的控矿构造，断裂性质属压扭性。

$F_2$ 位于矿区东南部，区内延伸长约 820 m，走向 50°，倾向北西，倾角 75°，沿断裂岩石破碎，破碎带呈透镜状，其中可见黄铁矿化、褐铁矿化．两侧岩石硅化强烈。该断裂物探磁异常反映较好。

1.2.3 岩浆岩

区内岩浆活动强烈，在矿区北部较大范围出露片麻状花岗闪长岩，岩石具绿泥石化、硅化，Ⅴ号矿体即赋存在该岩体中。沿断裂带及其附近出露有花岗斑岩、石英斑岩和闪长玢岩等。岩脉走向以北北东向为主，其次为北西向，脉体出露大小不一，常见互相穿插，在脉岩两侧及其附近，岩石常见有硅化、绿泥石化和绿帘石化等蚀变。

岩浆活动具有多期次的特征，北东向脉岩形成较早，北西向脉岩较晚。闪长玢岩脉较其它脉岩侵入稍晚。矿（化）体附近常见有脉岩出露，因此，推断其与矿化关系较为密切。

1.2.4 围岩蚀变

区内蚀变类型主要为硅化、绿泥石化、绿帘石化、绢英岩化、绢云母化和碳酸岩化等。其中硅化、绿泥石化和绢英岩化以带状蚀变为主，主要分布在断裂带、脉岩及其内外接触带上，而绢云母化和碳酸岩化则以面状分布。硅化、绢英岩化、绿泥石化、绿帘石化与铅锌矿化关系密切。

## 2 矿床地质特征

### 2.1 矿体规模及特征

区内共发现矿（化）蚀变体 12 条，其中有 4 条矿体（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅴ号）品位高，规模较大，控制程度较高，达到工业矿体标准，现简述如下:

Ⅰ号矿体 产在大金山组黑云斜长变粒岩中，呈北东走向，倾向北西，倾角 75°，受北东向先压后张断裂的控制。长 430 m，宽 1 m～ 31 m，深部工程控制延伸达 50 m。该矿体地表均为褐铁矿化破碎角砾、强蚀变碎裂岩，矿体呈脉状，具膨胀收缩、分叉等特点，间有夹石。矿体在南东端被闪长玢岩脉错开，分叉为 2 个矿体（Ⅰ—1、Ⅰ—2）(图 3)。地表品位: Cu 0.01%～ 0.12%、Pb 0.12%～ 1.80%、Zn 0.28%～ 0.42%、Ag 1.74 g/t～ 71.7 g/t。深部平均品位: Cu 0.11%、Pb 2.70%、Zn 1.68%、Ag 29.6 g/t。单样最高品位 Cu 0.87%、Pb 11.70%、Zn 9.24%、Ag 148.5 g/t。

矿体受构造破碎带控制，破碎带界面清楚，构造角砾大小不一，大者为 3 cm～ 10 cm，小者 1 cm 左右。角砾成分较简单，均为黑云斜长变粒岩。矿体出露范围与 1∶1 万土壤异常相吻合。

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

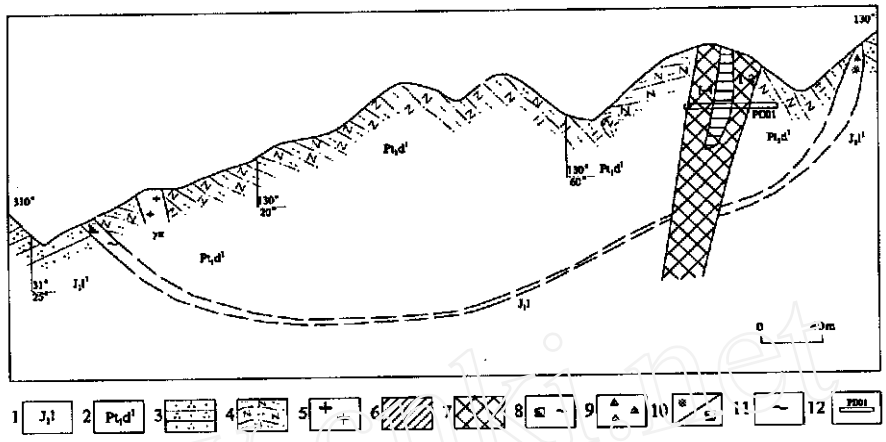


图 3　浦城金竹坑铅锌矿区 12 线地质剖面图

**Fig. 3　Schematic geological map of the No. 12 exploration line in the Jinzhukeng lead-zinc mining of Pucheng County**

1—侏罗系世梨山组下段; 2—早元古代麻源群大金山组下段; 3—石英砂岩; 4—黑云斜长变粒岩; 5—花岗斑岩; 6—铅锌矿化体; 7—铅锌矿体; 8—褐铁矿化绿泥石化蚀变岩; 9—碎裂岩; 10—绢云岩化/褐铁矿化; 11—绿泥石化; 12—探硐及编号

Ⅱ号矿体　　产在矿区西南侧推覆构造的前锋, 总体呈北西走向, 倾向南西, 倾角 38～50°, 呈似层状, 长约 150 m, 宽 4 m～31 m, 沿脉体分布有一系列沿北西向构造裂隙挖掘的老硐; 矿体赋存在推覆断层面上 (大金山组推覆在梨山组之上)。平均品位: Cu 0.15%、Pb 2.45%、Zn 3.14%、Ag 28.3 g/t。单样最高品位: Cu 0.54%、Pb 5.05%、Zn 7.31%、Ag 98.77 g/t。

Ⅲ号矿体　　产于大金山组和梨山组的接触带附近破碎带及花岗斑岩中, 受北北东向断裂控制, 走向北北东, 倾向南东, 倾角 50～80°。地表控制长约 700 m, 宽 1 m～2 m。地表由于受氧化淋滤的缘故铅锌矿化较弱, Pb、Zn 含量多数在 0.02%～0.47%。矿体在深部分叉成 2 个矿体 (Ⅲ-1、Ⅲ-2) (图 4)。

Ⅲ-1 矿体: 宽 3 m～5 m。平均品位: Cu 0.12%、Pb 1.19%、Zn 2.10%、Ag 16.47 g/t。

Ⅲ-2 矿体: 宽 1 m～2 m。平均品位: Cu 0.62%、Pb 6.76%、Zn 2.70%、Ag 30.15 g/t。单样最高品位: Cu 1.08%、Pb 7.83%、Zn

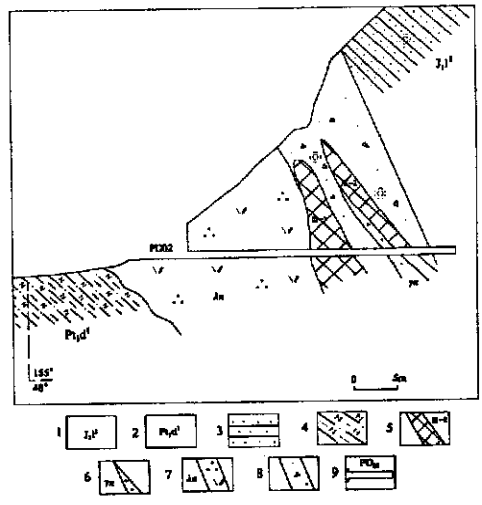


图 4　浦城金竹坑铅锌矿区 PD02 地质剖面图

**Fig. 4　Diagram showing the geologic profile of the PD02 prospecting trench in the Jinzhukeng lead-zinc mining of Pucheng County**

1—侏罗系梨山组下段; 2—早元古代麻源群大金山组下段; 3—中、细粒砂岩; 4—黑云斜长变粒岩; 5—矿体编号; 6—花岗斑岩; 7—石英斑岩; 8—构造破碎带; 9—施工探硐及编号

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

3.44%、Ag 40.0 g/t。矿体明显受压扭性断裂构造控制，构造破碎带界面清楚，呈舒缓波状。

Ⅴ号矿体　赋存在矿区北部片麻状花岗闪长岩和大金山组中，矿体受断裂构造控制，走向北东，倾向南东，倾角 70°～75°。矿体呈脉状，地表控制程度较高，实际控制长 450 m，宽 1 m～8 m，13 线控制斜深 50 m。地表品位：Cu 0.01%～0.09%、Pb 0.3%～2.22%、Zn 0.62%～2.33%、Ag 5.8 g/t～74.2 g/t。深部平均品位：Cu 0.01%、Pb 1.47%、Zn 2.55%、Ag 37.01g/t。矿体产在断裂构造破碎带中，破碎带有明显的挤压现象，界面清楚，其力学性质属于先扭后张。

**2.2　矿体的围岩**

矿体的围岩可分为两类：一类是大金山组黑云斜长变粒岩，受构造作用岩石破碎，并有混合岩化，沿片理贯入花岗质脉体，局部形成混合花岗岩（脉体大于 90%）。另一类为脉岩，分布在矿体底板或顶板，岩性有花岗斑岩、石英斑岩等。近矿围岩蚀变有强硅化、绿泥石化和绢英岩化。

**2.3　矿石矿物特征及矿石类型**

2.3.1　矿物成分

矿石中的金属矿物主要有方铅矿、闪锌矿，次为黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿、银黝铜矿、褐铁矿等。

闪锌矿：呈他形粒状，粒径为 0.05 mm～1 mm。闪锌矿晶体中包裹有许多微粒状黄铜矿、方铅矿乳滴，构成发育的乳滴状结构。

方铅矿：呈他形粒状，粒径0.1 mm～2 mm，与闪锌矿镶嵌密切伴生，或充填在闪锌矿的裂隙与空洞中，晶体中常包裹细粒黄铁矿、闪锌矿。

黄铁矿：呈自形-半自形粒状，粒径 0.1 mm～2 mm。呈团块状分布，形成时间较早，常被方铅矿熔蚀交代呈孤岛状残留。

黄铜矿：呈他形粒状，粒径 0.05 mm～0.2 mm。与闪锌矿伴生，呈微细脉状分布，个别成微粒状包裹在方铅矿中，有时在闪锌矿晶体包裹中见黄铜矿乳滴。

银黝铜矿：呈他形粒状，反射色为兰灰色，粒径小于 0.016 mm，呈微细脉状穿插交代闪锌矿。

黝铜矿：呈微粒状，粒径 0.002 mm～0.006 mm，发育在闪锌矿包裹体内。

褐铁矿：呈微细脉状，杂乱分布。

据光片分析，金属矿物的生成顺序（早→晚）为黄铁矿→闪锌矿→黄铜矿→方铅矿。

矿石中的脉石矿物：主要有绿泥石、石英、透闪石、石榴子石、萤石、方解石等。

金属矿物多数分布在绿泥石、石英、方解石粒隙中，而热液蚀变矿物绿泥石、透闪石、石榴子石等主要分布在金属矿物的集合体和晶粒间。

2.3.2　矿石结构构造

矿石结构主要为他形粒状结构、半自形粒状结构；矿石构造主要有脉状构造、斑杂构造、斑杂-细脉浸染状构造。

2.3.3　矿石类型

按矿石的矿物自然组合、矿石的构造特征将矿石的类型划分如下：

金属矿物自然组合类型主要有铅锌矿、闪锌矿、铅锌铜矿、硫铁矿等。

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

矿石的构造类型主要有脉状、斑杂状、细脉浸染状等。

### 2.4 矿石中的有益组分

矿石有益组分为 Pb、Zn、Cu。铅的主要矿物是方铅矿，锌的主要矿物是闪锌矿，铜的主要矿物是黄铜矿。方铅矿与闪锌矿是密切共生的，往往互相包裹。而黄铜矿则主要呈乳滴状、微粒状分布在方铅矿与闪锌矿中；闪锌矿中也常伴生硫铁矿。

伴生有用组分主要有 Ag。其它有益组分据 3 件矿石全分析样和组合样分析结果，其中有一个样 $WO_3$、Cd 元素达到综合利用指标（$WO_3$ 0.063%；Cd 0.021%），其余均低于伴生组分的要求。

## 3 成矿作用与矿床成因初探

(1) 金竹坑铅锌矿体多产于早元古代大金山组中，部分产于大金山组与中生代梨山组接触带中，受断裂构造控制。有关研究表明，早元古代麻源群深变质岩系 Pb、Zn 等元素丰度高，离散程度高，正偏显著，峰凸明显，是铅锌铜多金属矿的“矿源层”；结合矿区岩石光谱半定量分析成果，Pb、Zn 等元素含量明显高于地壳克拉克值，显然麻源群也为金竹坑铅锌矿床提供了部分成矿物质。

(2) 矿体主要以脉状赋存于北东向构造破碎带中，矿体规模、形态受构造破碎带控制明显。

(3) 区内未出露较大的深成岩体，但燕山期石英斑岩脉、花岗斑岩脉、闪长玢岩脉等较为发育，往往沿北东向断裂侵入充填，部分铅锌矿就产于斑（玢）岩脉与变质岩的内、外接触带上。矿区外围出露有规模较大的晚侏罗世高坑超单元钾长花岗岩体。

(4) 重力、航磁异常资料反映区内多组不同的异常和多组元素的高背景相互重叠，反映出区内成矿元素岩浆热液是多期叠加的。

(5) 在断裂带、脉岩及其内外接触带上硅化、绢英岩化、绿泥石化、绿帘石化发育，反映与铅锌矿化关系密切。

(6) 矿物组合主要有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿等，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，部分补充期的岩浆沿北东向断裂侵入充填，岩浆期后的气水热液沿构造裂隙运移，并混合了部分地下水热液。由于岩浆热液富含 F、Cl、S、C 等组分，在运移过程中不断地从麻源群矿源层中萃取 Pb、Zn、Ag 等成矿元素。岩浆热液的运移过程也是成矿溶液不断富集的过程。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，矿质在断裂、断隙中沉淀并富集成矿。

因此，金竹坑铅锌矿床在成矿时间、空间上与中生代中酸性岩浆活动密切相关，矿床成因属岩浆热液交代—充填类型。

## 4 找矿标志

(1) 在区域性构造交汇部位或呈北东向分布具有先压后张的构造蚀变带和多组断裂、裂隙地段、中-中酸性岩脉发育地段。具良好的成矿地质背景。

(2) 化探异常具浓集中心或高值点。

(3) 根据矿区见矿情况，以及矿区异常往北东、南西两端未闭合，还有进一步找到矿体的

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

潜力。

(4) 对目前已发现的矿体沿走向和倾向上还没有完全被控制，具有进一步扩大矿床规模的潜力。

本文承蒙林东燕、葛如庚高级工程师的指导，在此深表谢意!

## 参 考 文 献

1 地矿部福建地质矿产勘查开发局．福建省地质图说明书（1∶50万）．福州：福建省地图出版社．1988
2 袁见齐，朱上庆等．矿床学．北京：地质出版社．1984

# Geologic Characteristics and Genesis of the Jinzhukeng Lead-zinc Deposit in Pucheng County, Fujian Province

Liu Naizhong Liu Shiguang
(*Fujian Institute of Geological Survey & Drawing, Fuzhou*, 350011)

**Abstract**

The Jinzhukeng Lead-zinc Deposit in Pucheng County is distributed in the Proterozoic strata of Mayuan Group Dajianshan Formation and the contact zones of Dajianshan Formation and Jurassic Lishan Formation and in Caledonian gneissoid granodiorite. The orebodies of the Jinzhukeng Lead-zinc Deposit, as a veiny and bedded shape, are controlled by faulted structures and have a close relation with Mesozoic intermediate-acid magmation in time and space, which belongs to a deposit of the magmatic-hydrothermal replacement and filling type.

**Key words** lead-zinc deposit, geologic characteristics, veiny orebody, stratiform, Pucheng County

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