福建政和石门金多金属矿地质特征及其控矿因素

龚 萍
(福建省闽北地质大队，邵武，354000)

摘 要 政和石门金多金属矿成矿地质条件有利，找矿前景好。以区域成矿地质背景、矿产地质特征为基础，从地层、构造、岩浆作用，特别是中生代火山活动等方面，系统地分析了该区金多金属矿产的控矿因素。

关键词 金多金属矿 地质特征 控矿因素 政和石门

1 区域成矿地质背景

矿区位于闽西北隆起带与闽东火山断坳带交接处，北东向政和—大埔深断裂带与北西向浦城—宁德三都澳深断裂带交汇部位，东坑中生代火山盆地北西侧，是福建重要的铜铅锌金银成矿远景区之一。区内基底变质岩广泛出露，以发育细碧角斑岩建造和富含硅（石英岩）、铁（硫铁矿）、碳（石墨）等特殊岩性为特征，中生代构造岩浆活动强烈。成矿地质条件有利，找矿前景好（图 1）。

区内地层二元结构（元古界、中生界）特征明显。基底变质岩主要有下元古界麻源群变粒岩、片岩和中-上元古界马面山群。马面山群可细分为龙北溪组片岩、石英岩夹大理岩，以含石墨和硫铁矿层为特征；东岩组绿片岩、钠长（二长）变粒岩；大岭组片岩组合等。盖层以侏罗系、白垩系为主，主要岩性有中酸性-酸性火山岩和砂（砾）岩、粉砂岩等。

马面山群变质岩岩石化学成分特征：分异指数（DI）的频率呈酸性-基性众数的双峰分布；钙碱指数（CA）与不列颠群岛和冰岛张裂性火成岩套（CA 值 55～56；Petro 等，1981）极为相似，具典型的双峰式火山岩套特点，岩石 Cu（Pb）ZnAuAg 丰度高，是福建重要的金多金属矿源层。中生代火山岩岩石稀土组成模式具有明显的一致性，其分布曲线皆属向右倾斜、左陡右缓的轻稀土富集型，铕亏损不明显（冯志文、夏卫华等，1991），反映岩浆可能来源于上地幔或有地幔物质的加入。以上特征均说明该区的地质构造环境有利于铜铅锌等矿产的成矿作用。

区内构造主要以北东向、北西向和近南北向为主。显示出多期次构造活动特点。北东向构造属政和—大埔深断裂带的组成部分，主要表现为复式褶皱、韧性变形和脆性断裂等；北西向构造属浦城—宁德三都澳深断裂带的组成部分，以形成白垩系火山盆地和北西向脆性断裂为主；近南北向构造多以断裂形式出现，在川石一带控制了中生代火山沉积盆地的空间

收稿日期：2005-08-23
作者简介：龚 萍（1970-），女，地质工程师，地质矿产专业。

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

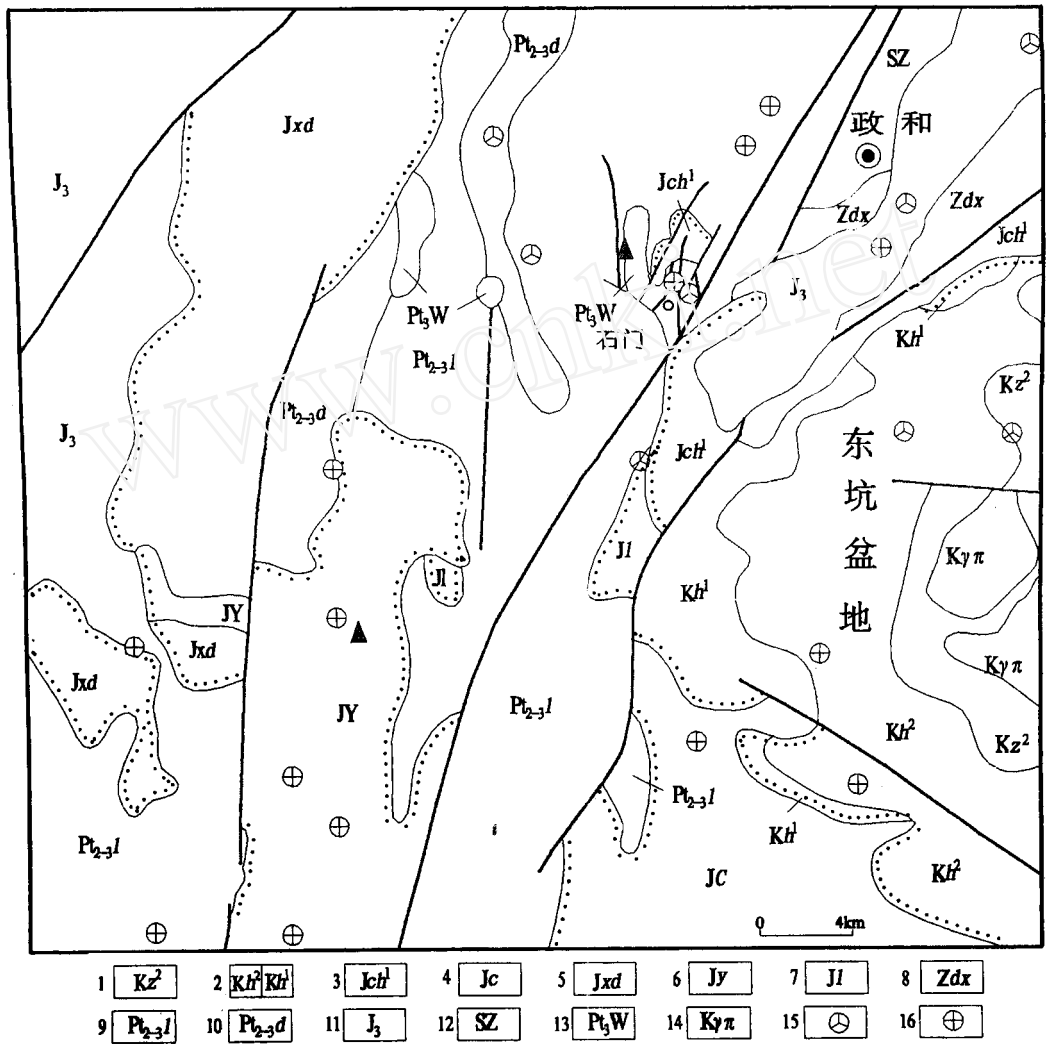


图 1　东坑中生代火山盆地及其外围地质简图

Fig. 1　Geological sketch map of the Mesozoic volcanic basin in Dongkeng and its periphery

1 —白垩系石帽山群寨下组；2 —白垩系石帽山群黄坑组上、下段；3 —侏罗系南园群赤水组上段；4 —侏罗系南园群长林组；5 —侏罗系兜岭群下渡组；6 —侏罗系兜岭群园盘组；7 —侏罗系梨山组；8 —震旦系稻香组；9 —中-上元古界马面山群龙北溪组；10 —中-上元古界马面山群东岩组；11 —晚侏罗世花岗岩；12 —志留纪石英闪长岩；13 —晚元古代超基性岩；14 —白垩纪花岗斑岩；15 —多金属矿点；16 —金矿点

展布。多组断裂构造带多期次活动为矿（热）液的运移和沉淀提供了良好的成矿空间。

区内晚侏罗世 - 早白垩世侵入岩发育，中基性、中酸性乃至偏碱性岩均有出露，岩石稀土元素配分铕亏损不明显，Li ×1000/ Mg、Rb/ Sr 比值低，具有壳幔混熔成因特征，为成矿提供丰富的物源及充足的热源[1]。

区内各类异常不仅规模大、强度高，而且套合程度好，在全国南方 9 省物化探综合编图所选择的 31 片首期重点普查区中，被列为 A 类区。已发现多处金多金属矿产地。矿化及异常主要分布在东坑中生代火山盆地周边与元古代变质岩基底接触部位或“天窗”内外，显示

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

了良好的找矿远景。

2 矿区地质概况

该区位于东坑中生代火山盆地北西侧，区内各类异常发育较全，以铜、金异常为主，成矿地质条件较好（图 2）。

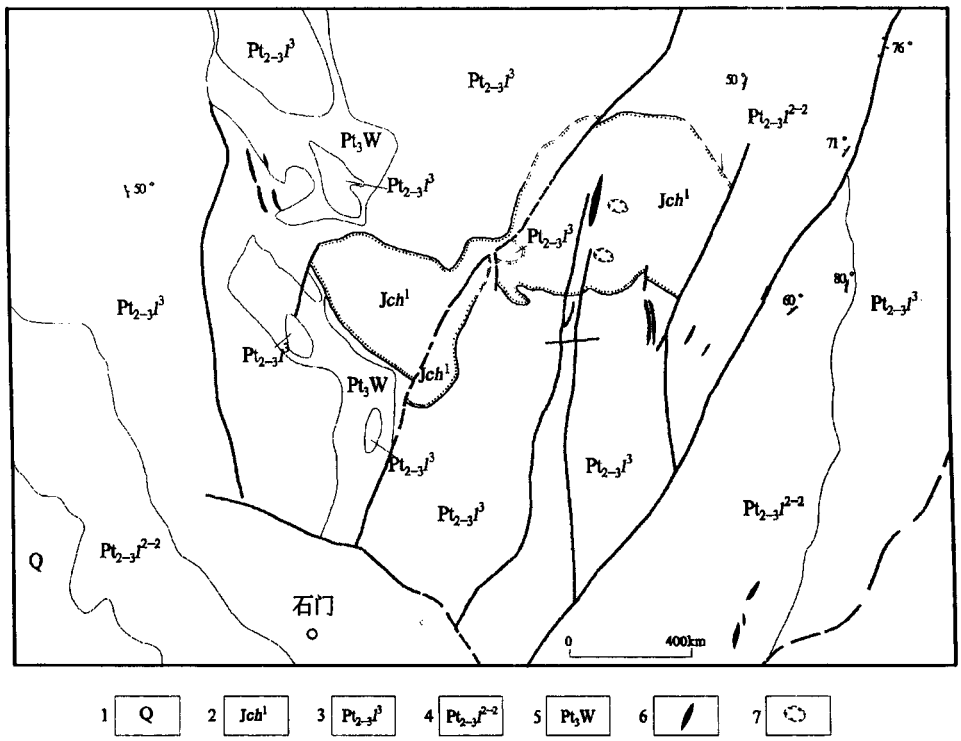


图 2 石门金多金属矿区地质矿产简图

Fig. 2 Geology and minerals sketch map of the Shimen Au-polymetallic minefield

1—第四系；2—侏罗系南园群赤水组下段；3—中-上元古界马面山群龙北溪组上段；4—中-上元古界马面山群龙北溪组中段上亚段；5—晚元古代超基性岩；6—金（铜、锌）矿（化）体；7—推测火山机构

2.1 地质特征

区内出露地层有中-上元古界马面山群龙北溪组，震旦系稻香组变质岩，侏罗系梨山组沉积岩，南园群赤水组火山岩。以龙北溪组、赤水组与成矿关系密切。

龙北溪组变质岩系在区内出露最广，岩性以云母石英片岩和石英云母片岩为主，局部夹有黑云斜长变粒岩、石英岩，中上部夹 3 层～7 层硫铁矿。据其岩性组合特征可分为龙北溪组中段上亚段和龙北溪组上段。其中龙北溪组上段第二岩性段与矿化关系密切，下部为黑云石英片岩、云母石英岩，上部为斜长黑云石英片岩，中下部见（硫）铜、金、锌矿（化）体 5 层～7 层。

赤水组分布于矿区北侧。主要岩性为流纹质晶屑凝灰岩和流纹质晶屑角砾凝灰岩，底部见火山角砾岩，局部见火山集块岩。呈喷发不整合覆盖于龙北溪组之上。见有金异常和金矿

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

体。

褶皱构造以复向斜形式出现，总体走向北北东 - 近南北，轴面稍向南东倾。矿区近南北向主矿体位于复向斜近轴部，两翼发育层间滑脱构造，后期继承性断层是区内主要导矿、控矿构造。

区内断裂构造主要以北西向、近南北向、北东向为主，均见有不同程度的矿化现象。空间分布上与复向斜两翼和轴部基本对应。矿区位于复向斜近轴部，控矿构造以近南北向断裂为主，野外观察断面多呈舒缓波状，倾角较陡。岩石挤压破碎明显，破劈理发育，主要表现为逆断层特征。

2.2　矿床特征

矿区地表以金异常和矿化为主，铜异常和矿化均较弱，往深部铜（金）矿化有变富的趋势（表 1），矿区 0 线 SPD1 探硐和 ZK001 孔中已见 3 个厚度大于 3 m 的金铜锌矿体，证明深部赋存有金铜锌矿体，这种特征与王母山有相似之处，深部及外围找矿远景良好。

矿（化）体主要呈脉状、似层状产出于近南北向、北东向构造破碎带或层间破碎带中。矿石矿物成分有自然金、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、铜蓝、赤铁矿、针铁矿；脉矿物以（次生）石英、长石、云母、绿泥石为主，少量绿帘石、方解石等。有用组分主要为 Au，次为 Cu、Zn 等。

矿石具包含结构、他形粒状结构、文象-假象结构、交代假象结构、压碎结构、乳状结构；胶状构造、鲕状构造、多孔构造、浸染状构造、脉状构造。

表 1　主要金铜矿体不同标高品位厚度变化特征

Table 1　Grade and thinkness of main Au Cu orebody In the different elevation

见矿标高 (m)	矿体编号								
	Au_2			Au_7			Cu_3		
	平均品位		厚度	平均品位		厚度	平均品位		厚度
	Au (10^{-6})	Zn (10^{-2})	m	Au (10^{-6})	Cu (10^{-2})	m	Au (10^{-6})	Cu (10^{-2})	m
地表	1.04	-	0.47	3.38	0.00	1.03	-	0.00	-
509	7.20	-	1.68	1.81	0.43	0.29	0.28	1.12	0.42
463	10.20	-	1.22	63.52	0.78	3.32	0.58	1.06	3.10
$ZnAu_2$ 363 - 354 Au_7 315 - 323	0.28	3.30	3.04	9.58	0.08	5.49	-	-	-

注：矿区年报资料整理。测试单位：福建省闽北实验室。测试时间：2002 年，测试方法：Au：原子吸收，Cu：极谱分析

地表属构造蚀变岩型氧化金矿石，深部为混合-硫化（铜锌）金矿石。矿体围岩以龙北溪组变质岩（石英岩、石英片岩）、南园群赤水组火山岩为主，部分为超基性岩体。围岩蚀变主要有硅化、黄铁矿化、褐铁矿化、绢云母化、方解石化、方铅矿化、闪锌矿化、黄铜矿化、绿泥石化，其中以硅化、黄铁矿化、黄铜矿化、绿泥石化与成矿关系密切。

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

3 控矿因素探讨

矿区金多金属矿主要产于龙北溪组变质岩中，部分见于火山岩，及其与变质岩接触带附近，目前仅少部分矿体产于超基性岩体中或其与变质岩接触部位。

3.1 变质岩与成矿关系

区内金多金属矿与龙北溪组变质岩，特别是上段第二岩性段石英岩、石英片岩、绿片岩的关系较密切，其中下部已见（硫）铜、金、锌矿（化）体5层～7层。据闽北变质岩地层含矿性研究报告（陈云钊、林仟同等，1989），全区变质岩背景值 Au 1.182 $\times10^{-9}$、Cu 33.426 $\times10^{-6}$、Pb 32.921 $\times10^{-6}$、Zn 99.821 $\times10^{-6}$，而该区基底变质岩除 Pb 外，其它3种元素均高于全区背景值（Au 1.788 $\times10^{-9}$、Cu 85.612 $\times10^{-6}$、Pb 19.788 $\times10^{-6}$、Zn 129.545 $\times10^{-6}$，冯志文、夏卫华等，1991）。

3.2 超基性岩与成矿关系

矿区部分矿体产于超基性岩体中或其与变质岩接触部位。以往多认为矿床类型属于沉积变质或沉积变质-岩浆（与超基性岩有关）热液改造型。在分析矿区资料和区域成矿背景的基础上，初步认为矿区金（银）矿产的形成与中生代火山作用有一定的关系，应属沉积变质-火山热液叠加再造型（硫）金多金属矿床；矿区所出露的变质岩地层顶部原先可能存在的火山岩盖层大部分已被剥蚀殆尽，仅在东部残留一部分（已发现矿化），而大部分矿体产在王母山超基性岩体（底板）与变质岩接触部位，只能说明接触带为矿液运移和沉淀的有利地段，岩体本身只起到屏蔽或隔挡层的作用，目前还没有资料显示岩体有提供大量矿质和成矿热液的迹象。

3.3 构造与成矿关系

由中-上元古界马面山群龙北溪组变质岩系组成的复向斜构造对金多金属矿产的形成起着十分重要的作用。目前所见产于北西向、近南北向、北东向断裂构造中的矿体、矿化蚀变体在空间分布上与复向斜两翼和轴部基本对应，这可能与复向斜褶皱构造的发生发展、进一步演化成层间滑脱构造，以及区域构造的叠加、改造有关。另据矿区近期普查资料，控矿的近南北向构造延伸到火山岩分布区，并见有相似特征的金矿化，说明控矿构造具多期次活动特点。

3.4 火山岩与成矿关系

(1) 该区中生代火山岩成矿元素丰度较高，Au 1.186 5 $\times10^{-9}$～1.598 1 $\times10^{-9}$、Cu 63.8 $\times10^{-6}$～81.8 $\times10^{-6}$、Pb 55 $\times10^{-6}$～64 $\times10^{-6}$、Zn 85 $\times10^{-6}$～89 $\times10^{-6}$（冯志文、夏卫华等，1991），高于或明显高于全省火山岩丰度值（Au 0.55 $\times10^{-9}$、Cu 6.2 $\times10^{-6}$、Pb 31.4 $\times10^{-6}$、Zn 83 $\times10^{-6}$）（蔡以评等，1997）。

(2) 区内残留的火山岩中已发现金矿化和化探异常。在勘探硫铁矿时发现有1个含金硫铁矿体产于火山岩中；另外，对黄金重砂异常区进行金土壤地球化学测量，以 ≥46 $\times10^{-9}$ 圈定异常呈长条带状，走向北西，异常浓集中心大于 200 $\times10^{-9}$，高品位样品（最高大于 200 $\times10^{-9}$）集中区采用原子吸收光谱补测结果为3线5件高品位样品分布范围宽约 100 m，金含量范围 0.05 $\times10^{-6}$～0.33 $\times10^{-6}$，平均 0.152 $\times10^{-6}$；4线有7件，样品分布范围宽 140 m，金含量为 0.3 $\times10^{-6}$～5.29 $\times10^{-6}$，平均为 1.484 $\times10^{-6}$。值得重视的是，前者产在

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

南园群赤水组火山岩与变质岩接触带附近的龙北溪组变质岩中，而后者即产于南园群赤水组火山岩中，其金异常强度及范围均大于前者；此外，在火山岩地层中还见有 2 处大于 11 $\times10^{-9}$的异常区。在矿区北部地表和深部火山岩中均见有火山集块岩，并见有具一定厚度的金矿体，说明该区可能有火山机构存在，其与成矿关系值得进一步研究（图 2）。

(3) 原生矿石中发现毒砂矿物，其单矿物含金高达 145.88 $\times10^{-6}$；且矿区样品分析可达 100 $\times10^{-6}$～200 $\times10^{-6}$，这一点与江西冷水坑、福建浦城管查以及浙江龙泉八宝山火山岩型银（金）矿床有相似之处。

(4) 矿区黄铁矿成因有 2 种：一是沉积变质形成的条带状矿石；二是热液作用形成的，可分为 3 个世代：第一期形成斑杂状、斑团状、角砾状矿石；第二期生成的黄铁矿构成密集浸染状、细脉浸染状矿石，形成的矿体多产于超基性岩体中或交代充填早期黄铁矿；第三期构成细脉浸染状、网脉状矿石，形成的矿体充填于火山岩中。

不同构造类型的黄铁矿单矿物金、银等微量元素含量不同（表 2），其中浸染状黄铁矿(相当于热液成因的第二、三世代产物) 金、银含量最高，值得注意的是，其砷的含量高于斑团状（相当于热液成因的第一世代产物）黄铁矿近 4 倍，而高于条带状黄铁矿（可能属沉积变质成因）约 10 倍，砷的高含量可能与火山作用有关。此外，浸染状黄铁矿 s/ se 比值为 2.37 万，一般认为与岩浆作用有关。另据 1 ∶5 万政和等幅区调报告资料，沉积变质成因和热液第一世代成因的黄铁矿（分别为细条带状构造和斑团状构造等）的金含量最低，多数样品为零（可能低于检测灵敏度），金、银含量最高的也是细脉浸染状黄铁矿矿石。

表 2　不同矿石类型黄铁矿金、银、砷、硫、硒元素含量对比

Table 2　Content contrast of Au、Ag、As、S、Se in pyrite of the different ore types

矿物名称	矿石构造	As (10^{-2})	S (10^{-2})	Se (10^{-2})	S/ Se (10^{4})	Au (10^{-6})	Ag (10^{-6})	TFe (10^{-2})
黄铁矿	斑团状	0.11	53.68	0.0005	10.74	1.25	2.50	44.75
磁黄铁矿	致密块状	T	34.07	T	T	0.06	5.80	51.75
黄铁矿	条带状	0.048	51.43	0.0006	8.57	T	3.00	44.30
黄铁矿	浸染状	0.438	52.13	0.0022	2.37	2.84	33.80	44.40

注：矿区资料整理。测试单位：福建省地质实验室，测试时间：1979 年，测试方法：电子探针，T 为痕量元素。

不同矿石类型黄铁矿硫同位素组成有差异。浸染状黄铁矿硫同位素 δ^{34}S 值最低，平均为 4.28 ‰，条带状黄铁矿最高，平均可达 5.79 ‰，其它的介于二者之间；同时，条带状、块状、团块状 δ^{34}S 值与围岩（变质岩）中的相近。有意义的是，金矿体中所取的黄铁矿均为浸染状，其 δ^{34}S 值（7 件平均）为 4.26 ‰，明显低于含金较低的硫铁矿体，后者以条带状、块状、团块状构造为主。

该区硫铁矿主要属沉积变质成因，主要以独立矿物或金、银互化物形式存在的金、银矿化与沉积变质黄铁矿关系不密切，但与热液成因的晚世代（第二、三世代）的细脉浸染状、浸染状黄铁矿有一定的成生联系，根据这种黄铁矿的主要产出部位、单矿物微量元素、硫同

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

位素特征以及土壤地球化学测量成果，说明其可能与火山作用有关。

综上所述，该区金多金属矿成矿地质条件有利，成矿作用是复杂的、多期次的，矿床成因类型为（沉积变质）火山热液叠加再造型（硫）金多金属矿床。成矿元素丰度较高的基底变质岩是基础，在复向斜褶皱构造的基础上发展起来的层间滑脱构造（部分后期演化成断裂或受区域构造的叠加与改造）是区内重要的赋矿构造，中生代火山作用是成矿之关键，火山活动不仅提供成矿热液，可能还带来丰富的成矿物质。应加强对火山机构的空间展布、成生、演化发展及其与成矿关系的调查与研究，力争在该区找矿取得重大突破。

本文在编写过程中得到刘昭平、林仟同高级工程师的帮助和指导，在此深表谢意。

参 考 文 献

1 林仟同，龚萍．闽西北地区中生代花岗岩类成矿作用探讨．福建地质，2002，21（2）

Discussion on Geological Characteristics and Control Factors of the Shimen Au-polymetallic Deposit in Zhenghe County, Fujian Province

Gong Ping

(Northern Fujian Geological party, Shaowu, 354000)

Abstract

Mineralization geological condition of the Shimen Area in Zhenghe County is favorable for Au-polymetallic deposit, which has prospect well to find Au-polymetallic ore deposits. Based on the regional metallogenetic geology background and minerals geologic Characteristics, especially volcanic activity in Mesozoic in this area, the control factors for Au-polymetallic deposit were systematically analyzed。

Keywords Au-polymetal, minerals Characteristics, control factors for ore deposit, Zhenghe County

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