

冷水坑斑岩型铅锌矿床地质特征

罗 诒 爵

(江西省地矿局912大队)

冷水坑矿床是国内比较典型的以铅锌为主的大型斑岩矿床。通过详细工作,对矿床地质特征有了进一步认识,总结此文供大家参考。

一、地 质 概 况

矿区位于北武夷隆起和信江断陷盆地接壤带南缘,浪岗一月凤山火山构造洼地西侧,湖石一岭西断裂中段。

区内地层除北西部出露上震旦统变质岩及少量中下石炭统外,余者均为上侏罗统陆相酸性火山杂岩(图1)。矿区断裂较发育,主要有位于矿区东西两边、纵贯全区的北东向 F_1 、 F_2

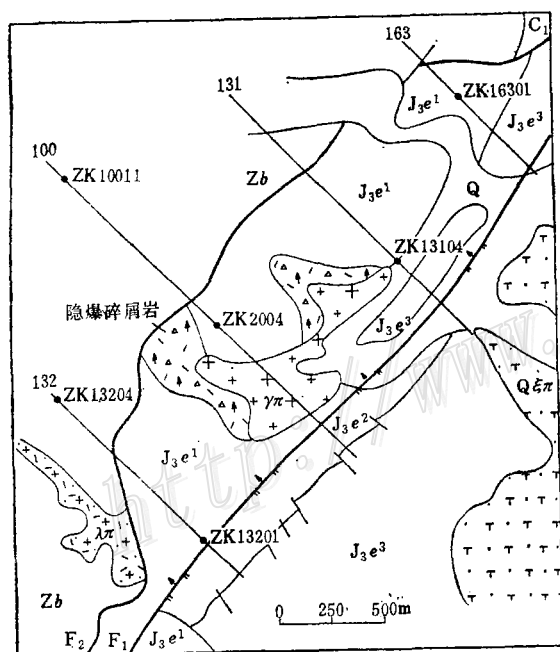


图1 矿区地质略图

Q—第四系冲积层; $\gamma\pi$ —含矿花岗斑岩; $\lambda\pi$ —流纹斑岩; $Q\xi\pi$ —石英正长斑岩; J_3e^{1-3} —上侏罗统鹅湖岭组; J_3e^3 —上段熔结凝灰岩; J_3e^2 —中段流纹岩; J_3e^1 —下段晶屑凝灰岩; C_1 —下石炭统砂砾岩; Zb—震旦系变质岩

Fig.1. Schematic geological map of the mining district.

Q—Quaternary alluvial deposit; $\gamma\pi$ —ore-bearing granite porphyry; $\lambda\pi$ —rhyolite porphyry; $Q\xi\pi$ —quartz syenite porphyry; J_3e^{1-3} —Upper Jurassic Ehuling Formation; J_3e^2 —welded tuff (upper portion); J_3e^2 —rhyolite (middle portion); J_3e^1 —crystal tuff (lower portion); C_1 —lower Carboniferous sandy conglomerate; Zb—Sinian metamorphic rocks.

断裂。由于 F_2 断层的作用,致使上震旦统变质岩逆掩于上侏罗统火山杂岩之上。火山作用中的次火山岩比较发育,次火山岩分属钙碱性和碱钙性两个岩石系列。主要次火山岩体有花岗斑岩、流纹斑岩及石英正长斑岩,全部侵入到上侏罗统的火山碎屑岩中。

二、成矿地质条件

据研究, 花岗斑岩是控制冷水坑铅锌矿成矿作用的主要条件, 其次是构造因素和围岩条件。

(一) 岩浆岩条件: 花岗斑岩分布于矿区中部, 呈不规则岩株状, 出露面积约0.36 km²。岩体总体走向北东45°, 向北西倾伏, 倾角上缓(20°—40°)下陡(50°—70°)。

岩石呈浅肉红色至浅灰色, 由石英、钾长石、斜长石及少量黑云母组成。斑状结构, 斑晶粒径为2—5 mm, 含量约30—40%, 以石英及钾长石为主, 基质为显微花岗结构^①。

在岩体中心, 斑状结构清晰明显, 近接触带附近, 斑晶量少、粒细, 钾长石含量也相应减少。

花岗斑岩的隐爆现象十分明显, 尤以岩体上接触带最为强烈, 构成隐爆中心。隐爆作用产生了一系列隐爆相岩石, 虽然岩体的边界及相变十分复杂, 但围绕岩体的隐爆分带却较清楚。根据隐爆作用的强弱, 可将隐爆产物分为: 碎裂花岗斑岩、隐爆花岗斑岩、隐爆角砾凝灰岩、隐爆角砾岩及熔化贯入碎屑岩等五种主要岩石类型, 其中以隐爆花岗斑岩、隐爆角砾凝灰岩分布最广。

花岗斑岩在岩石化学成分上具有二个明显的特征, 即超酸和富钾贫钠性。岩石的SiO₂含量约大于72%, 个别达76%, 平均为74.32%, 属酸性—超酸性岩体; 岩石的碱质总量(K₂O+Na₂O)为6.97%, 但K₂O/Na₂O比值平均可达14.15; 且其碱性组分偏低, 钙质偏贫, 而Fe₂O₃/FeO比值却很高(表1)。因此, 本区花岗斑岩在酸度上较同类型岩石明显偏高, 在K₂O/Na₂O比值上又大大超过其他斑岩型矿床。

表1 矿区主要次火山岩体岩石化学成分一览表(%)

岩体名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	烧失量	岩系	石列	样品数
花岗斑岩	74.32	0.19	12.82	1.84	0.60	0.15	0.30	0.32	0.46	6.51	0.14	1.00	钙碱性		4
流纹斑岩	78.07	0.13	11.97	0.74	0.81	0.06	0.31	0.21	0.92	5.11	0.06	0.11			17
石英正长斑岩	64.53	0.66	15.84	2.19	2.76	0.09	0.70	1.70	2.93	6.75	0.21	1.65	碱钙性		6

表2 含矿斑岩中主要成矿元素丰度值①(ppm)

岩体中含量						矿物中含量		
Pb	Zn	Ag	Cu	Au	Sn	矿物	Pb	Zn
505	371	1.7	88.5	0.015	42.2	长石	500	209
						石英	50	40

① 据南岭铅锌矿专题组测定资料

① 朱贤甲等, 1979年, 冷水坑矿区火山杂岩岩石特征。

岩体中的微量元素以成矿元素 Pb、Zn 含量最高为特征，它较铜（钼）矿床的斑岩体的丰度值要高得多。Pb、Zn 主要含于长石矿物中（表 2）。

花岗斑岩是一个受火山机构控制、与上侏罗统火山岩有生因联系的次火山岩体。它侵入于鹅湖岭组下段的晶屑凝灰岩、层凝灰岩及凝灰质粉砂岩中，产状与火山岩层的倾向相反，接触界线局部明显，边缘具流动构造，有时见及火山碎屑岩的捕虏体，偶尔有接触变质现象。岩体和火山岩在岩石化学特征上显示了亲缘关系。经用粗铅法测得的花岗斑岩同位素模式年龄值为 136.5Ma（江西省地矿局中心实验室测定）。因此，本区花岗斑岩应属燕山晚期。

参照不同的 P_{H_2O} 条件下“Ab-Qr-Q”（仿 L-Lipman 1966 年，莫岚 1978 年修改）和“Ab-Qr-Q-H₂O”两体系中关于压力和温度关系以及饱和温度以上压力对水含量的影响（仿 Tuttle and Bowen 1958 年）图解，将本区主要岩体的硅酸盐化学成分进行标准矿物含量的计算，把计算结果投在上述相图中所获得的成岩条件数据如表 3。由表 3 以及“K₂O-SiO₂”相关图（图 2）^① 投影所得的成岩条件数据，可得出本区次火山岩的成岩成矿物质均来自深源——幔源的认识。

表 3 次火山岩体成岩条件一览表

岩石名称	水分压 (bar)	岩浆水分含量 (%)	成岩温度 (°C)	岩浆房顶面深度 (km)	岩浆源深度 (km)
碎裂花岗斑岩	590	3.4	750	2.0	300
隐爆花岗斑岩	<500	2-2.5	>800	<1.5	250-300
流纹斑岩	<500	2-2.5	>800	<1.5	150
石英正长斑岩	1900	6.2	690	6.5	250-300

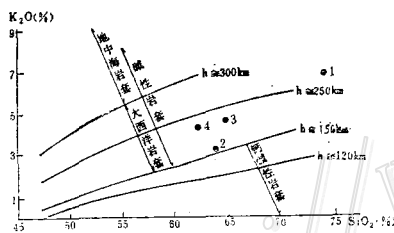


图 2 K₂O-SiO₂ 相关图

(D. Ninkovich 1972 年，转引自陈炳才 1981 年资料)

1—冷水坑含矿花岗斑岩（作者投影）；2—城门山花岗闪长斑岩；3—阳储岭花岗闪长斑岩；4—德兴花岗闪长斑岩

Fig. 2. Diagram of K₂O versus SiO₂.

1—Lengshuikeng ore-bearing granite porphyry, 2—Chengmenshan granodiorite porphyry, 3—Yangchuling granodiorite porphyry, 4—Dexing granodiorite porphyry.

岩体中钾长石有序度测定，其 Φ 值较低（表 4），三斜度偏小（0.1—0.4），而岩石氧化度很高（0.75%），加之岩体具隐爆特点等，表明花岗斑岩是一个浅成—超浅成、在封闭—半封闭条件下形成的次火山侵入岩体。

（二）构造条件

纵贯矿区东西两边的北东向 F₁、F₂ 断裂为本区主要控岩、控矿构造，它对区内火山作用及相伴产生的岩浆侵入活动有着明显的制约。

在断裂构造的影响下，还发育着以北东为主的几组裂隙，它为矿液运移创造了良好的通

① 陈炳才，1981 年，江西阳储岭爆破角砾岩筒钨钼矿地质特征。

表 4 不同岩类钾长石有序度数值对比表

样品位置	岩石名称	计算结果	平均值
D ₃ -ZK10003 BfZK4802-2	灰色花岗斑岩	$\Phi = 0.9$ $\Phi = 0.8$	0.85
ZK2007-2-B ZK2402-1 BfZK2007-1	含矿花岗斑岩	$\Phi = 0.6$ $\Phi = 0.65$ $\Phi = 0.7$	0.65
ZK4401-2	晶屑凝灰岩	$\Phi = 0.15$	0.15

(据长春地质学院红外光谱分析结果计算)

道。

花岗斑岩侵入后所发生的隐爆作用，形成了比较特征的隐蔽爆破构造。隐爆使岩石孔隙度加大，有利于矿液的沉淀与富集。从深部控制的铅锌矿体来看，以隐爆岩石的含矿率为最高，一般在15—20%。

(三) 围岩条件

矿化次火山岩体——花岗斑岩的围岩为上侏罗统的火山杂岩。火山杂岩的主要成分是鹤湖岭组下段的晶屑凝灰岩、层凝灰岩和凝灰质粉砂岩以及打鼓顶组上段的粗晶屑凝灰岩等。铅锌矿体多赋存在花岗斑岩中，火山碎屑岩局部也有矿体产出。所以火山岩既是岩体的围岩，又是矿体的围岩。

三、围岩蚀变

矿床围岩蚀变作用强烈，面型蚀变具有明显的分带性。主要蚀变类型为绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化，次有黄铁矿化、硅化、泥化等。自岩体中心向外围岩蚀变分带依次为：绿泥石化带，绢云母化带，碳酸盐化带^①。线型蚀变作用较弱。

花岗斑岩的热液蚀变作用以接触带附近最强。岩石中的长石斑晶，尤其是钾长石斑晶，多已绿泥石化，部分为菱铁矿所交代。蚀变作用的一个十分有趣的现象是蚀变矿物完好地保留了长石斑晶的假象，形成独特的蚀变岩石的斑状结构，而基质蚀变微弱。绢云母化在斜长石斑晶中较发育，基质中绢云母化也较强烈，黄铁矿化普遍，局部出现硅化，岩体边部有方解石化。

围岩蚀变与矿床矿化作用有着密切的时、空关系。矿床分带与蚀变分带相互对应和互相依存，同时又和岩体隐爆作用有关(图3)。在内、中、外三个蚀变带，矿化程度也相应有明显的区别：①内带：处于岩体中心，以绿泥石化为主。其隐爆作用较弱，可见到碎裂花岗斑岩。矿体规模较小，多呈透镜状，矿化以细脉状和浸染状相兼产出。②中带：位于岩体上部靠接触带部位，该带不仅花岗斑岩的斑晶和基质均具较强烈的绢云母化，同时又是隐爆斑

① 李桂林，1982年，江西省贵溪县冷水银路岭斑岩型铅锌矿床围岩蚀变特征。

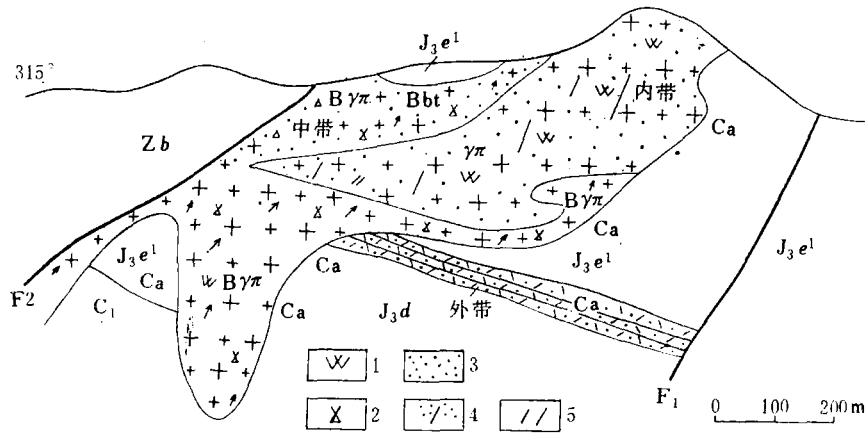


图3 矿化、蚀变、隐爆分带空间关系剖面简图

γπ—碎裂花岗斑岩; Bγπ—隐爆花岗斑岩; Bbt—隐爆碎屑岩; Ca—碳酸盐化; 1—绿泥石化; 2—绢云母化; 3—浸染状矿化; 4—细脉-浸染状矿化; 5—脉状矿化; “↑”表示隐爆作用较强的岩石; 其余见图1

Fig.4. Diagrammatic geological section showing spatial zoning relationship between mineralization, alteration and cryptoexplosion.

γπ—cataclastic granite porphyry; Bγπ—cryptoexplosion granite porphyry; Bbt—cryptoexplosion detrital rocks; Ca—carbonatization; 1—chloritization; 2—sericitization; 3—disseminated mineralization; 4—veinlet-disseminated mineralization; 5—veinlike mineralization; “↑” indicates rocks having relatively intense cryptoexplosion activities. Other symbols as for Fig. 1.

岩、隐爆碎屑岩分布最多的地方, 是主要铅锌工业矿体赋存的部位。矿体以似层状产出, 其矿化以浸染状为主, 细脉状次之。③外带: 位于岩体边部及近岩体的围岩中, 蚀变以碳酸盐化为主, 并偶见隐爆作用后期熔体贯入碎屑岩的分布, 仅有零星的脉状矿化, 以脉状产出为主。隐爆、蚀变、矿化作用都是成岩期后的产物。因此可看出, 岩体的隐爆作用越强烈, 则矿床的围岩蚀变作用和矿化作用也就越强; 反之, 隐爆作用弱, 蚀变和矿化作用也弱。

四、矿化特征及矿床成因

铅锌矿化遍及花岗斑岩, 工业矿体主要产于花岗斑岩上部接触带附近, 因此称为含矿花岗斑岩。矿体呈半隐伏—隐伏的似层状、透镜状及条带状产出, 形态较简单。矿体倾向北西, 倾角30°, 上部较缓, 下部较陡(图4), 与岩体产状一致。矿体厚度一般为十米至数十米, 最厚超过百米, 延长及延深均达数百米, 主要出露在标高+350m—200m之间。已控制矿化面积约1.3km²。

组成矿体的主要矿石类型有铅锌矿、铅锌银矿、铜硫铅锌矿、铁铅锌银矿及铁锰银锌矿等五种矿石, 以铅锌矿石分布最广, 矿石多属中低品位, Pb/Zn=1/1.5。

矿石中金属矿物达20多种, 以硫化物类为主, 次为碳酸盐类及氧化物类。主要金属矿物有方铅矿、闪锌矿, 其次是黄铁矿、辉银矿, 还有少量的磁铁矿及菱锰铁矿。方铅矿和闪锌矿呈集合体产出, 紧密共生, 多为细晶状, 粗晶较少。

主要矿物共生组合类型有方铅矿-闪锌矿-黄铁矿组合、方铅矿-闪锌矿-辉银矿组合、方

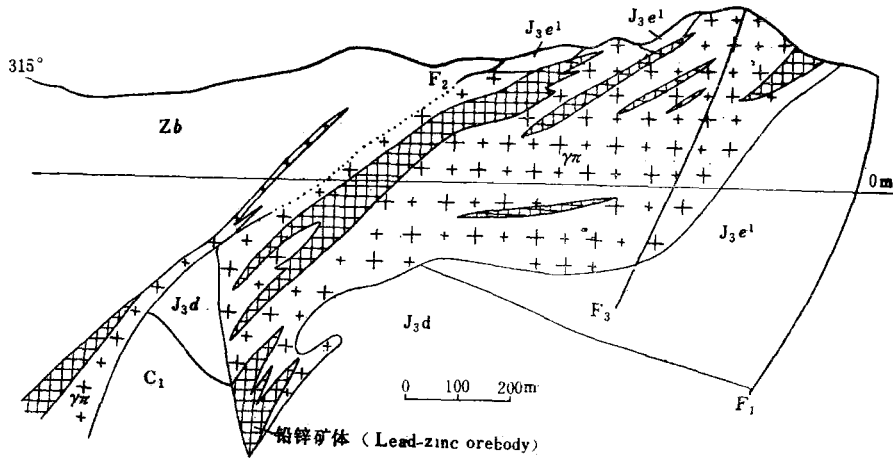


图4 铅锌矿体产出部位及形态示意图
(图例同图1、图3)

Fig.4. Diagrammatic geological section showing occurrence and shapes of Pb-Zn orebodies.

铅矿-闪锌矿组合、黄铜矿-黄铁矿组合和氧化物-碳酸盐复合组合类型的(方铅-闪锌)磁铁矿-菱锰铁矿组合、(闪锌矿)菱锰铁矿组合等。

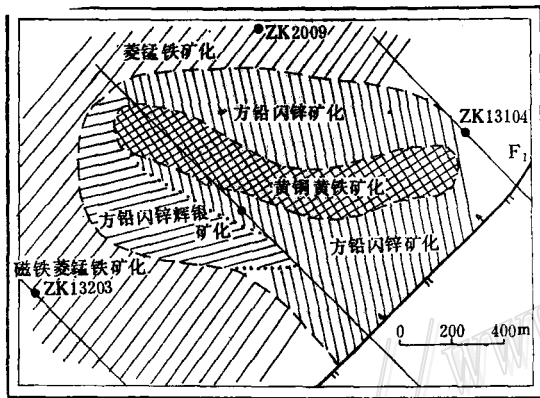


图5 矿化分带水平投影略图

Fig.5. Horizontal projection of mineralization zonation.

矿化作用显示出一定的分带性。在水平投影图上(图5),自北东南西,表现为以(金)铜硫矿化为中心,依次出现铅锌矿化、铅锌银矿化,外缘是铁锰银矿化及铁铅锌银矿化;轴向上,自上而下为铅锌矿化—铅锌银矿化—铜硫(金)矿化;侧向分带是以岩体为中心,向围岩则出现(金)铜硫矿化、铅锌矿化、铁锰矿化。

矿石除自形、半自形和它形晶粒状结构外,交代结构亦普遍发育。此外,尚有固溶体分离结构。矿石构造以浸染状、细脉-浸染状为主(图6),局部见块状、角砾状和条带状。

从矿区对部分矿石中硫化矿物所作的硫同位素测定结果表明:其离差率小,多为正值,且靠近0值(图7)。显示出陨硫的组成特征,反映出硫源多来自地壳深部或上地幔的性质。这和成岩条件分析中所得出成岩成矿物质来源的认识相吻合。

用爆裂法对方铅矿、闪锌矿、黄铁矿进行测温,其矿物形成温度在300℃左右,变化区间为280—400℃,最大值达500℃^①,对花岗斑岩中的石英包体所作的均一法测定,成矿

① 长春地质学院提供的测试资料。

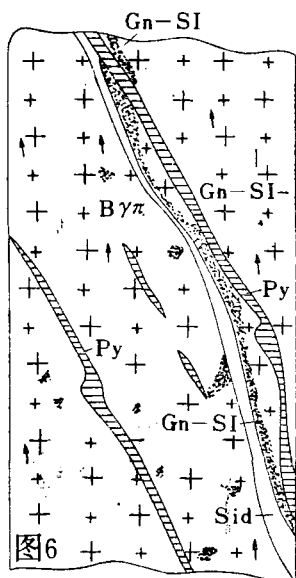


图6 细脉-浸染状方铅矿-闪锌矿矿石素描图
(ZK10004, 29回次, 原大)

Gn—方铅矿, SI—闪锌矿, Py—黄铁矿, Sid—菱锰铁矿; Bγπ—隐爆花岗斑岩; “↑”表示隐爆

Fig.6. Sketch of veinlet-disseminated galena-sphalerite ore.

Gn—galena, SI—sphalerite, Py—pyrite, Sid—manganospherite, Bγπ—cryptoexplosion granite, “↑” indicates cryptoexplosion.

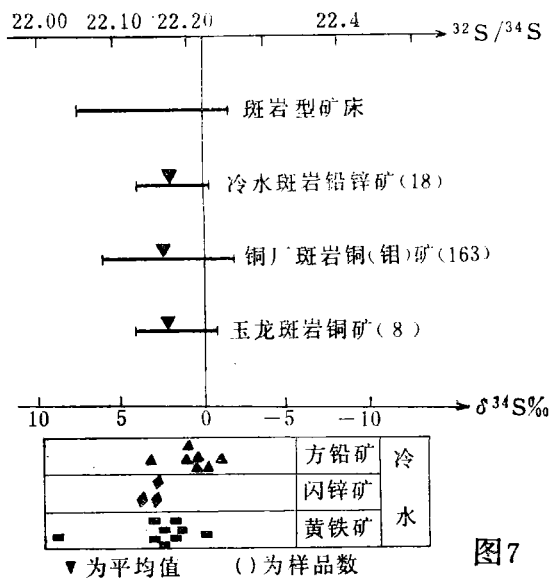


图7 硫同位素组成对比图

(冷水坑斑岩铅锌矿是由长春地质学院及南京地矿所提供的测试资料, 图中冷水即为冷水坑)

Fig.7. Comparison of sulfur isotopic compositions.

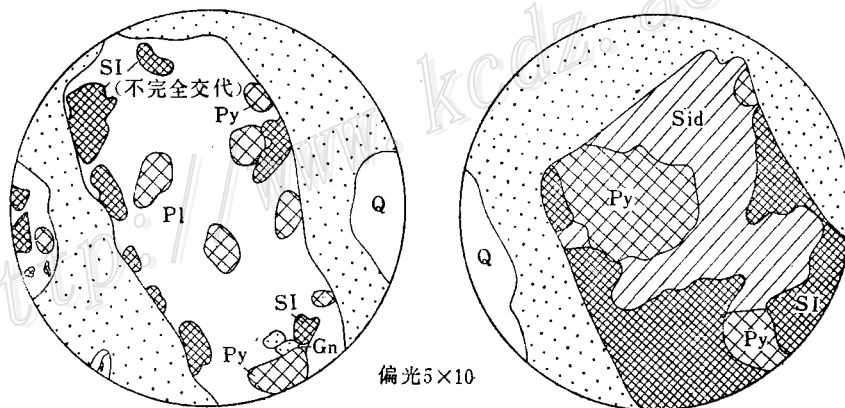


图8 含矿花岗斑岩中长石斑晶被蚀变矿化的特征
(右图是钾长石斑晶被完全蚀变矿化)

Gn—方铅矿, SI—闪锌矿, Py—黄铁矿, Sid—菱锰铁矿, Q—石英, Pl—斜长石

Fig.8. Diagram showing alteration and mineralization of feldspar phenocryst in ore-bearing granite porphyry.

(The right diagram shows the complete alteration and mineralization of potassium feldspar phenocryst)

Gn—galena, SI—sphalerite, Py—pyrite, Sid—manganospherite, Q—quartz, Pl—plagioclase.

温度是 300°C — 440°C ，均值为 386°C ①，与爆裂法所得结果相近，表明矿石是在中—高温条件下形成。

据矿体在岩体中的产出部位、矿化与岩体隐爆作用之间的关系、矿石结构(以细晶为主，部分具胶状结构，连晶较发育)等特点，可以认为矿床形成于浅部。

冷水坑矿区除铅、锌具有大型矿床规模外，银、镉也有极大的工业意义，此外尚伴生有铜、硫、金、铁、锰等矿产。

方铅矿和闪锌矿以选择交代岩石中的长石斑晶(主要)及长石晶屑(次之)为特点，形

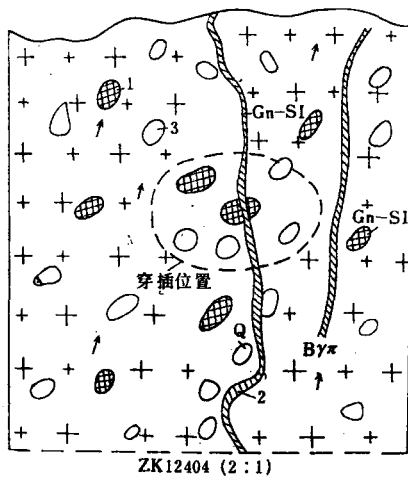


图 9. 矿化细脉切穿矿化长石斑晶
1—矿化长石斑晶；2—Gn-Si矿化细脉，
3—石英斑晶

Fig.9. Sketch showing mineralized veinlets cutting through mineralized feldspar phenocryst.

1—mineralized feldspar phenocryst;
2—galena-sphalerite mineralized veinlets; 3—quartz phenocryst.

成一种独特的浸染状矿石构造，而基质中矿化极为微弱(图 8)。长石斑晶(或晶屑)被铅锌交代的程度直接决定了矿床矿化强度。交代作用有完全和不完全两种，但都普遍地发育了交代和交代残留结构，并且完好地保留了长石斑晶(或晶屑)的外形假像。交代矿化作用一般较弱，在岩体中局部可富集成低品位的工业矿体。这种选择交代作用也见于绿泥石化及铁锰碳酸盐化的蚀变地段。在矿化斑晶中很难发现有矿化网状脉络与之相通，因而矿化斑晶呈明显的孤立状态产出。

在斑岩矿化范围内也常出现脉状矿化现象，这种完全沿构造裂隙充填的矿脉具有如下一些特点：稀疏分布，脉幅较大，形态规则，倾角很陡。对部分钻探工程的统计表明，矿体中矿脉出现的机率大致为 0.3 — 0.5 条/米，并且分布极不均匀，脉幅的主要波动范围在 0.5 — 5.0cm 之间，大于 10cm 和小于 0.1cm 的矿脉都极为稀少。矿脉的脉壁多较平直光滑，显示出剪切性质。地表、坑道及钻孔中的矿脉倾角(或中交角)均呈陡倾，以大于 45° (即中交角小于 45°)为主，少数近乎直立。矿脉方向较乱，以北东及北西向二组为

主，矿脉相互交切，脉动特征明显，并可见到细脉切穿矿化长石斑晶的现象(图 9)。

脉状矿化的出现使整个矿化强度显著增高，使矿化段甚至可构成数十米至近百米的厚大工业矿体。本矿床的“细脉—浸染状矿石构造”是与其他斑岩矿床的同类型构造有所差异的。

因此，冷水坑矿床不但是国内比较典型的以铅锌为主的大型斑岩矿床，也是一个独具特色的斑岩型矿床。

本文是矿区全体同志的劳动成果，并参阅了有关部门的某些资料。在研究编写过程中承本队杨恩湛同志的热忱帮助及其他同志的大力支持，在此一并致谢。

① 据南岭铅锌矿专题组资料。

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE LENGSHUIKENG PORPHYRY TYPE Pb-Zn DEPOSIT IN GUIXI COUNTY, JIANGXI PROVINCE

Luo Yijue

(912 Geological Party, Bureau of Geology and Mineral Resources of Jiangxi Province)

Abstract

Ore-forming processes of the Lengshuikeng Pb-Zn deposit are controlled mainly by the granite porphyry genetically related to Upper Jurassic volcanic rocks. The Pb-Zn orebodies occur within the porphyry body, especially near the upper contact zone, with the attitude of the orebody consistent with that of the rock body. The ore deposit is characterized by planar alteration zonation, i. e., from the center of the rock body towards the wall rock, there appear successively chloritization zone→sericitization zone→carbonatization zone. Ore minerals are mainly galena and sphalerite, with a less amount of argentite, pyrite, etc. Ores have dissemination and veinlet-dissemination structures and occur as cryptomeros aggregates. Orebodies are stratoid, lenticular and veinlike in shape, and orebeds have great thickness. Ore grade is relatively low with Pb/Zn ratio being 1/1.5. Mineralizations are correspondent with wall rock alterations, with Cu-S (Pb-Zn) association at the center, Ag-Pb-Zn outwards, and Fe-Mn (Pb-Zn) in the wall rock. Sulfur isotopic compositions of the deposit are quite similar to those of Yulong, Xizang and Tongchang, Jiangxi, indicating that sulfur is mainly derived from the depth. The average metallogenic temperature is 380°C, implying that the ore deposit is formed at middle-high temperatures.

From the ore characteristics it is considered that the Lengshuikeng Pb-Zn deposit not only is a typical porphyry deposit, but has its own peculiarities as well. The peculiarities are shown in two aspects: (1). The granite porphyry is ultra-acidic, rich in K, and poor in Na. SiO₂ content of the rock body is more than 72%, averaging 74.32%, obviously high compared with SiO₂ content of other rocks of the same kind, indicating an acidic-ultra-acidic rock body. Its total alkali content is 6.97%, while its K₂O/Na₂O ratio reaches 14.15 on the average, far much higher than that of the other ore-bearing porphyry bodies.

(2). Mineralization and alteration are unique; galena and sphalerite replace selectively feldspar phenocrysts or crystalloclastics, and matrices or cements are only weakly mineralized, thus forming peculiar dissemination ores. Such selective replacements are also seen in chloritization and Fe-Mn carbonatization. The vein-like and veinlet mineralizations are characterized by sparse distribution, relatively large width, regular shapes and steep dips. Mineralized veinlets are rarely seen extending into the mineralized phenocrysts. Such a structure, made up of dissemination and veinlet (or veinlike) mineralization, is called veinlet-dissemination structure, which bears some obvious differences from ore structures of other porphyry deposits.

<http://www.kcdz.ac.cn/>