

问题研究

将乐八里桥铅锌多金属矿地质特征及成因初探

彭晓明

(福建省第四地质大队, 福建 宁德 352100)

摘要: 八里桥铅锌多金属矿位于将乐—宁化钨、锡多金属成矿带上, 产于三叠系下统溪口组地层中, 矿体呈似层状—透镜状, 赋存于北东向含矿断裂与矽卡岩或大理岩的相交复合部位, 属于矽卡岩—热液充填型脉状铅锌(铁)多金属矿床。

关键词: 铅锌多金属矿; 地质特征; 矿床成因; 将乐八里桥

中图分类号: P618.4

文献标识码: A

文章编号: 1673-2464(2008)06-0119-06

GEOLOGY AND GENESIS OF BALIQIAO LEAD-ZINC POLYMETALLIC DEPOSIT IN JIANGLE

PENG Xiao-ming

(Fujian No. 4 Geological Brigade, Ningde 352100, China)

Abstract: Baliqiao lead-zinc polymetallic deposit which is located in Jiangle-Ninghua W-Sn polymetallic mineralization zone occurs in the lower Triassic Xikou formation. The ore bodies as lens or stratified are hosted in the conjunction between NE-striking mineralization-related faults and skarn or marble, so the deposit in genesis belongs to skarn-hydrothermal filling vein-like lead-zinc (iron) polymetallic deposit.

Key words: lead-zinc polymetallic deposit; geology; genesis; Baliqiao in Jiangle

1 区域地质概况

将乐八里桥铅锌多金属矿矿区位于闽西北隆起带与闽西南拗陷带交接部位, 处于将乐—宁化钨、锡多金属成矿带的北东端, 岩浆活动强烈, 构造复杂, 成矿地质条件优越^[1] (图1)。区内出露地层有震旦系下统丁屋岭组上段 (Z_1d^2)、震旦系上统西溪组 (Z_2x)、寒武系中下统林田群下亚段 ($\in_{1-2}l^a$)、石炭系中上统经畲组 ($C_{2-3}j$)、二叠系上统翠屏山组 (P_2cp)、二叠系大隆组 (P_2d)、三叠系下统溪口组 (T_1x)、侏罗系下统梨山组 (J_1l) 及第四系 (Q)^[2]。区域构造发育, 主要为褶皱与断裂。褶皱有万安复式背斜及次一级的背斜、向斜, 局部地层有倒转现象。断裂主要有北东向、北西向和近南北向断裂。区内大面积出露的侵入岩主要为燕山早期似斑状花岗岩 ($\gamma_5^{2(3)c}$) 和细粒花岗岩 ($\gamma_5^{2(3)d}$)。主要围岩蚀变有云英岩化、矽卡岩化、角闪岩化、硅化、黄铁矿化、褐铁矿化等, 与成矿较为密切, 不同的蚀变有着不同的成矿类型, 云英岩化与

钨锡矿有关, 矽卡岩化与铅锌多金属矿和锰矿有关。

本区位于将乐—宁化钨、锡成矿带的北端, 将乐—万安钨、锡、铜、铅、锌多金属成矿带的北端, 主要矿床(点)有新路口钨锡矿床、肖公洞钨矿床、新路口多金属矿床、灯头多金属矿床、黄牛山铅锌矿床、狮子寨多金属矿床及上湖、坑头岭、张公排、山头多金属矿点、泰村钨锡矿点、涂厝磁铁矿点。钨锡矿和钨矿多为石英脉型, 少数为破碎带型; 多金属矿床(点)、磁铁矿床(点)多为矽卡岩型, 少数为破碎带型; 新路口、上湖等矿(化)体产于燕山期岩体与二叠纪地层 (P_1w 、 P_1q) 等的接触带上; 灯头多金属矿床产在三叠纪溪口组矽卡岩化钙质粉砂岩中; 狮子寨、坑头岭、张公排多金属矿床则产在寒武纪林田群矽卡岩中, 受一定层位与构造的双重控制。

2 矿区地质概况

2.1 地层

矿区地层由老至新出露三叠系下统溪口组 (T_1x)

收稿日期: 2008-07-25; 修订日期: 2008-10-25; 责任编辑: 段丽萍。

作者简介: 彭晓明(1974—), 男, 工程师, 主要从事地质矿产勘查。E-mail: fox21931@126.com

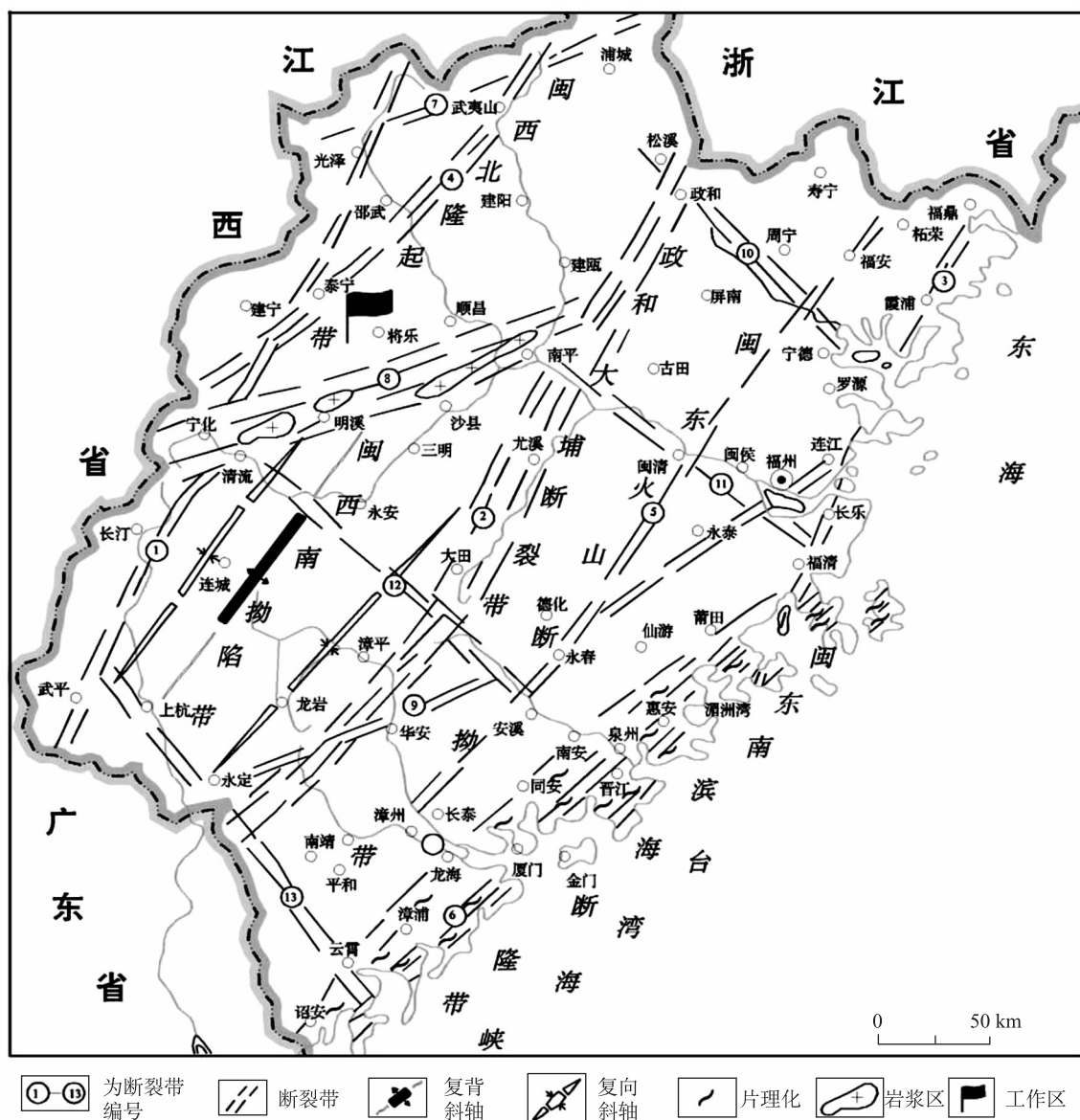


图1 区域位置图

- 1—光泽—武平断裂带；2—政和—大埔断裂带；3—福鼎—福清断裂带；4—崇安—石城断裂带；5—福安—南靖断裂带；6—平潭—东山断裂带；7—毛洋头—谢家坪断裂带；8—南平—宁化断裂带；9—连江—永定断裂带；10—松溪—宁德断裂带；11—顺昌—闽清断裂带；12—清流—安溪断裂带；13—上杭—云霄断裂带

和侏罗系下统梨山组 (J_1l) (图2)。

1) 三叠系下统溪口组 (T_1x)。分布于矿区中部, 为北矿区主要赋矿围岩。岩性为中粗粒石英砂岩、石英岩、硅质岩、角岩化硅泥岩、变质粉砂岩、泥岩、钙质粉砂岩、绿帘透辉石矽卡岩和大理岩。岩石条带构造发育, 条带分叉、复合现象明显。深色条带为透辉石、绿帘石等变晶矿物, 紧密镶嵌呈角岩结构; 浅色条带由霏细状硅质组成, 可见少量石英碎屑, 粗粒砂状结构、显微粒状变晶结构, 变余砂状结构, 块状构造, 变质后局部为透辉石角岩矽卡岩。地层总体走向为北东向, 倾向北西, 倾角较陡, 一般 $60^\circ \sim 70^\circ$, 局部变缓, 为 $30^\circ \sim 40^\circ$, 厚度大于 220 m。

2) 侏罗系下统梨山组 (J_1l)。分布于矿区北部及南部。岩性为石英砂砾岩、含砾砂岩、长石石英砂

岩与粉砂岩。地层厚度大于 244 m, 与下覆溪口组呈角度不整合接触。

2.2 构造

本区断裂较为发育, 矿区内主要有北东—北北东向 (F_1) 和北东向 (F_2 、 F_3) 断裂。

1) 北东—北北东向断裂 (F_1)。出露于矿区东部 0—19 勘探线, 出露长度 620 m。总体走向为北东 $10^\circ \sim 20^\circ$, 倾向北北西—北西, 倾角 $40^\circ \sim 54^\circ$, 局部较缓。受多期次的构造活动及后期岩浆活动的影响, F_1 发育较宽的断层破碎带, 带宽数 m ~ 84 m, 由构造角砾岩、碎裂岩组成。构造角砾岩呈角砾状结构, 角砾成分复杂, 成分有变质粉砂岩、透辉石矽卡岩、石英岩等, 硅泥质胶结; 碎裂岩原岩为变质粉砂岩、透辉石矽卡岩、石英岩等, 具硅化、矽卡岩化、黄铁矿

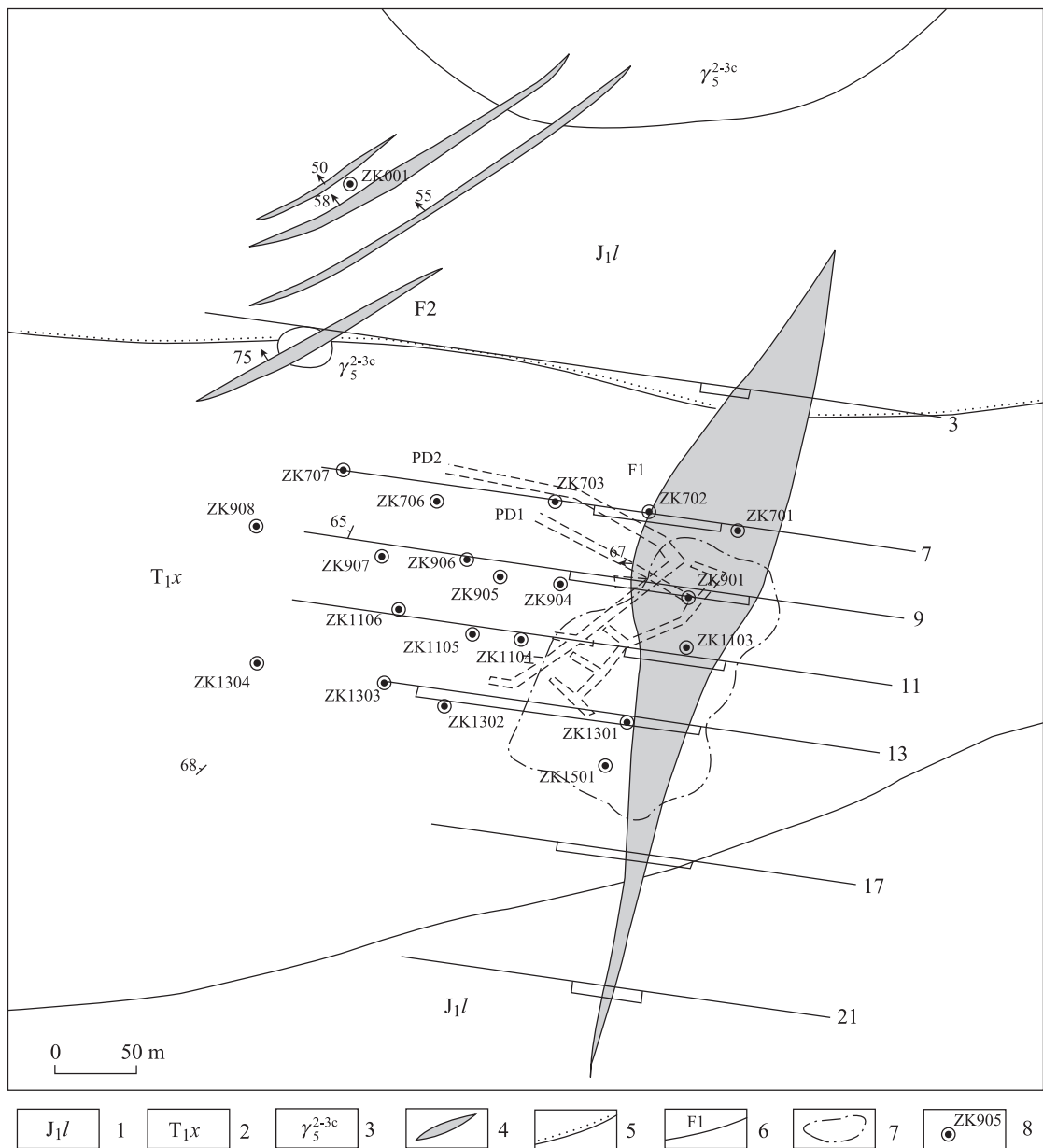


图2 将乐八里桥铅锌多金属矿地质略图

1—侏罗系下统梨山组；2—三叠系下统溪口组；3—燕山早期黑云母花岗岩；4—碎裂岩带；5—角度不整合；6—断裂及编号；7—磁异常；8—钻孔

化、绿泥石化、方解石化等。断裂的上断层面在矿区均有出露，断层面波状起伏。

2) 北东向断裂 (F₂、F₃)。F₂ 出露于矿区西部4—7 勘探线，出露长度 100~280 m，由 4 条近平行断裂组成，总体走向为北东 40°，倾向北西，倾角 50°~75°，沿断裂发育有断层破碎带。F₃ 出露于矿区东部 15—25 勘探线，出露长度大于 600 m，总体走向北东 70°，倾向北西，倾角 75°，为溪口组 (T_{1x}) 与梨山组 (J_{1l}) 地层界线。

2.3 岩浆岩

矿区外围岩浆活动强烈，主要为燕山早期的岩浆侵入活动。岩性为中粒黑云母花岗岩，少量花岗斑岩。岩体中 Pb、Zn 含量较高，与成矿作用密切。矿

区铅锌多金属矿体位于岩体顶部外接触带附近。

2.4 围岩蚀变

矿区位于闽西北隆起带与闽西南拗陷带交接部位，处于将乐—宁化钨、锡多金属成矿带的北端，万安—南仍北东向断裂南东侧。由于断裂构造发育，岩浆活动强烈，矿区围岩蚀变较为强烈。主要围岩蚀变有矽卡岩化、硅化、(磁) 黄铁矿化、萤石化、绿泥石化与方解石化等。断层的多次活动与岩浆的侵入使得断层破碎带岩石经受了多次叠加蚀变，与成矿较为密切的有矽卡岩化、硅化、(磁) 黄铁矿化与萤石化。

2.5 地球物理特征

开展磁法测量工作，圈定 1 个磁异常，分布于 5—

17 勘探线, 长 260 m, 宽 60~100 m, 总体走向近南北向, 磁异常强度一般在 100~600 r, 最高达 770 r。异常中部有一个高异常区, 长 100 m, 宽 80 m, 强度在 300~770 r; 北部为一负异常区, 东西长 60 m, 南北宽 80 m, 强度在 -200~-1200 r。

3 矿床地质概况

3.1 矿体特征

铅锌矿体赋存于三叠系下统溪口组 (T_1x) 的砂卡岩或大理岩中。矿区内共圈定 PbZn-I、II 等 2 个铅锌矿体, Fe-I、II、III 等 3 个铁矿体。矿体呈脉状、透镜状产出, 长 23~175 m, 延深 44~388 m, 厚度 0.96~15.18 m。矿体走向 $40^\circ\sim50^\circ$, 倾向北西, 倾角 $25^\circ\sim60^\circ$ 。

3.1.1 PbZn-I 矿体

PbZn-I 矿体位于 7—15 勘探线之间, 总体走向 $40^\circ\sim46^\circ$, 倾向 $300^\circ\sim316^\circ$, 倾角 $25^\circ\sim60^\circ$, 局部较平缓, 为矿区内规模最大的矿体。在矿体的不同部位, 矿体的产状略有变化。矿体在地表未出露, 深部有 PD1—CM1—PD1—CM6、PD2—CM1—PD2—CM6、ZK901 等 29 个工程控制。矿体赋存标高 241~466.5 m, 埋深 35~126 m, 沿走向延伸长度 143~175 m, 延深

166~388 m, 厚 1.23~13.90 m, 最厚 15.70 m, 平均厚度 8.43 m。Pb 品位一般为 $0.15\times10^{-2}\sim13.32\times10^{-2}$, 最高 15.19×10^{-2} , 平均为 2.29×10^{-2} ; Zn 品位一般为 $0.12\times10^{-2}\sim10.04\times10^{-2}$, 最高 19.81×10^{-2} , 平均为 3.96×10^{-2} ; Ag 品位一般为 $1.0\times10^{-2}\sim225.0\times10^{-6}$, 最高 296.0×10^{-6} , 平均为 82.3×10^{-6} 。

据硃探与钻探资料分析, 倾向上, 矿体表现为中间厚, 向上和向下有变薄的趋势, 品位有降低的趋势 (图 3); 走向上, 矿体在 9—11 勘探线附近厚度最大, 往南 (13 勘探线)、往北 (7 勘探线) 厚度有变小、尖灭趋势。矿体从北至南, 品位变化有一定规律——Pb、Zn 有变低趋势。

3.1.2 PbZn-II 矿体

PbZn-II 矿体位于 9—11 勘探线之间, 总体走向 45° , 倾向 315° , 倾角 $10^\circ\sim35^\circ$ 。矿体在地表未出露, 深部有 ZK904 与 ZK905 工程控制。矿体赋存标高 333~357 m, 埋深 72~96.5 m, 沿走向延伸长度 23 m, 延深 77 m, 厚 5.15~5.60 m, 平均厚度 5.38 m。Pb 品位一般为 $0.20\times10^{-2}\sim3.47\times10^{-2}$, 平均品位为 0.90×10^{-2} ; Zn 品位一般为 $0.18\times10^{-2}\sim9.98\times10^{-2}$, 平均品位为 2.47×10^{-2} ; Ag 品位一般为 $4.1\times10^{-2}\sim325.0\times10^{-6}$, 平均品位为 99.3×10^{-6} 。

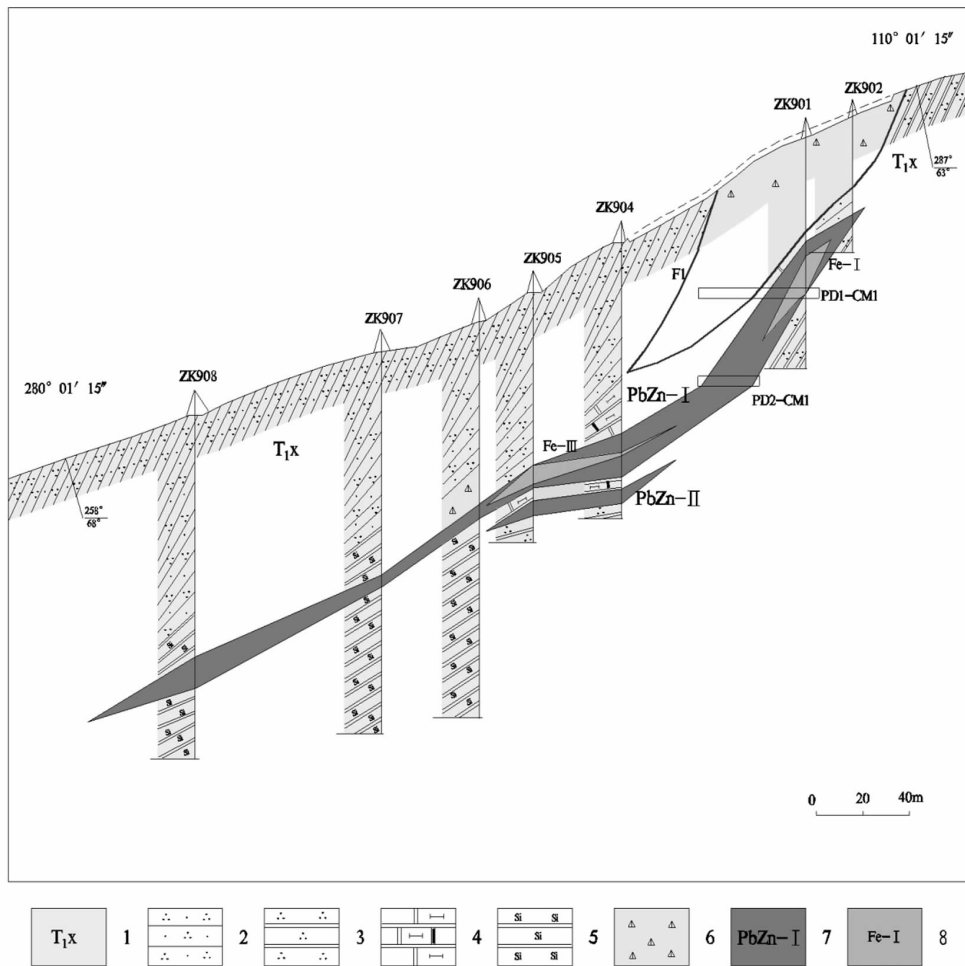


图 3 将乐八里桥铅锌多金属矿 9 线地质剖面图

1—三叠系下统溪口组; 2—石英砂岩; 3—石英岩; 4—砂卡岩; 5—硅质岩; 6—构造破碎带; 7—铅锌矿体; 8—铁矿体

3.1.3 Fe—I矿体

Fe—I矿体位于7—11勘探线之间, 总体走向 $45^{\circ} \sim 50^{\circ}$, 倾向 $315^{\circ} \sim 320^{\circ}$, 倾角 $41^{\circ} \sim 61^{\circ}$ 。矿体在地表未出露, 深部有PD1—CM1、PD1—CM2、PD1—CM3、PD1—CM6、ZK901与ZK1102工程控制。矿体赋存标高403~444 m, 埋深42~74 m。矿体沿走向延伸长度107 m, 延深44~50 m。矿体厚2.06~8.40 m, 平均厚度5.46 m。TFe品位一般为 $23.27 \times 10^{-2} \sim 33.47 \times 10^{-2}$, 平均品位为 30.50×10^{-2} ; mFe品位一般为 $15.09 \times 10^{-2} \sim 25.30 \times 10^{-2}$, 平均品位为 22.36×10^{-2} ; mFe/TFe值为74.16%。

3.1.4 Fe—II矿体

Fe—II矿体位于11—15勘探线间, 总体走向 45° , 倾向 315° , 倾角 $32^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 。矿体在地表未出露, 深部有PD1—CM5与PD2—CM6工程控制。矿体赋存标高368~440 m, 埋深50.5~78 m。矿体沿走向延伸长度21 m, 延深115 m。矿体厚2.04~2.53 m, 平均厚度2.29 m。TFe品位一般为 $24.53 \times 10^{-2} \sim 29.93 \times 10^{-2}$, 平均品位为 26.91×10^{-2} ; mFe品位一般为 $18.36 \times 10^{-2} \sim 18.95 \times 10^{-2}$, 平均品位为 18.68×10^{-2} ; mFe/TFe值为69.42%。

3.1.5 Fe—III矿体

Fe—III矿体位于7—13勘探线之间, 总体走向 13° , 倾向 283° , 倾角 $15^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。矿体在地表未出露, 深部有ZK704、ZK904、ZK905与ZK1104工程控制。矿体赋存标高333.5~371 m, 埋深73~101 m。矿体沿走向延伸长度100 m, 延深40~77 m。矿体厚1.36~5.60 m, 平均厚度3.48 m。TFe品位一般为 $26.75 \times 10^{-2} \sim 35.56 \times 10^{-2}$, 平均品位为 30.99×10^{-2} ; mFe品位一般为 $19.47 \times 10^{-2} \sim 26.23 \times 10^{-2}$, 平均品位为 23.28×10^{-2} ; mFe/TFe值为75.12%。

Fe—I、II、III号铁矿体与PbZn—I号铅锌矿体为同一矿体, 为共生矿体, 两种矿体呈插花状组合。

3.2 矿石质量

3.2.1 矿石结构

矿区内的矿石结构类型主要以他形至半自形晶粒状结构为主, 次为交代溶蚀结构、固溶体分离乳浊结构与包含结构等。

1) 他形至半自形晶粒状结构。在结晶程度与形态上, 磁铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铁矿等硫化物呈半自形—他形晶粒状。金属矿物一般粒径在0.21~2.225 mm, 其中闪锌矿、方铅矿以粒径为1.033~1.75 mm居多。

2) 交代溶蚀结构。是一种常见的结构, 方铅矿呈他形不规则粒状分布在磁铁矿、闪锌矿粒间, 并溶蚀交代闪锌矿、磁铁矿, 呈交代溶蚀结构。

3) 固溶体分离乳浊结构。黄铜矿沿闪锌矿解理规则出溶, 形成固溶体分离乳浊结构。乳滴状黄铜矿微细粒径以0.001~0.55 mm居多。

4) 包含结构。早世代的磁黄铁矿、黄铁矿分布在闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿中, 被他们包含而形成包含结构。

3.2.2 矿石构造

矿石主要有浸染状构造、斑点—斑杂状构造与块状构造等。

1) 浸染状构造。主要为金属矿物呈浸染状分布在脉石矿物中。这一类型的矿石, 金属矿物含量在1%~10%。

2) 斑点—斑杂状构造。主要为磁铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿等金属矿物呈大小不一的斑点、斑杂状分布在岩石中。

3) 块状构造。磁铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铁矿等金属矿物呈不规则状集合体分布, 金属矿物含量一般大于50%, 呈次块状—块状。

3.2.3 矿石矿物成分

铅锌(铁)矿石的矿物成分包括金属矿物与脉石矿物。

1) 金属矿物。成分主要为磁铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、少量黄铜矿、磁黄铁矿、铜蓝、赤铁矿等。磁铁矿(Fe_3O_4)呈半自形—他形粒状, 集合体呈稠密浸染状、不规则斑杂状, 浸染状分布, 多边形切面。早阶段磁铁矿结晶较粗, 粒径(d)为0.115~1.15 mm, 晚阶段磁铁矿结晶偏细, 粒径(d)为0.0118~0.072 mm, 分布于早阶段磁铁矿粒间边缘。内含有乳滴状、微粒状黄铜矿, 散布磁铁矿中。闪锌矿(ZnS)呈他形—半自形粒状结构, 内含有乳滴状、微粒状黄铜矿, 二者呈分离乳浊结构, 散布于闪锌矿中, 溶蚀交代。方铅矿(PbS)呈半自形—他形粒状, 星散分布于脉石矿物或闪锌矿粒内、粒间、磁铁矿粒间或呈微细脉穿切闪锌矿。黄铜矿(CuFeS_2)呈他形粒状或乳滴状分布于闪锌矿和磁铁矿中, 铜黄色。黄铁矿(FeS_2)呈半自形粒状, 星散分布脉石矿物中或被闪锌矿包含, 晚阶段黄铁矿呈微脉状。风化后成褐铁矿。磁黄铁矿($\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$)呈微粒状分布于闪锌矿粒间。赤铁矿(Fe_2O_3)呈纤维状、针状、片状穿切交代闪锌矿等。铜蓝(CuS)呈微晶状分布于闪锌、方铅矿边缘, 呈交代环边结构。

2) 脉石矿物。主要以石英为主, 透辉石、石榴石、方解石、绿帘石次之, 少量萤石、绿泥石。石英, 中粒为主, 粗粒次之, 粒径(d)为0.69~7.69 mm, 分布在金属矿物间隙, 呈粗中粒镶嵌状, 组成岩(矿)石的基底。透辉石, 柱粒状, 粒径(d)为0.138~2.30 mm不等, 以粒径(d)为0.138~0.966 mm的细粒为主, 中粒较少。

3.3 矿石类型

3.3.1 矿体氧化带、混合带、原生带的划分

为了解矿石氧化情况、合理划分矿体“3带”, 在PD1、PD2揭露的PbZn—I号矿体中采集2件物相分析样。根据样品分析结果, 结合PD1、PD2编录和野外观察及矿石标本镜下鉴定资料, 将矿体“3带”划分为: 矿区内矿体均为盲矿体, 地表未出露, 矿体埋深35~124 m, 矿石为新鲜硫化矿石, 经物相样品分析结果, 矿石氧化率为0.86%~4.44%, 均小于10%, 为原生矿。

3.3.2 矿石类型

3.3.2.1 矿石自然类型

1) 根据矿石的有用金属矿物的共生组合可划分为铅锌矿石和(铅锌)铁矿石2种。铅锌矿石是区内主要的矿石类型(PbZn-I、II矿体),金属矿物以铅锌为主、少量磁铁矿,脉石矿物主要为矽卡岩矿物和石英,集合体一般呈浸染状分布;(铅锌)铁矿石是区内次要矿石类型(Fe-I、II、III矿体),金属矿物以磁铁矿、方铅矿、闪锌矿为主,脉石矿物主要为石英、少量为矽卡岩,集合体呈斑点一斑杂状、局部呈次块状一块状分布,品位较富,主要位于PbZn-I矿体中部。由于两种矿石呈插花状组合,无需分采分选,实际上,矿山生产过程中也没有分采分选。因此,本次详查工作也未划分该2种矿石类型。

2) 按矿石结构构造可划分为浸染状、斑点状一斑杂状、次块状一块状3种类型。浸染状矿石,金属矿物呈细小微粒稀疏分布于脉石矿物粒隙间,矿物粒径一般小于2mm,金属矿物总量一般为3%~10%,赋矿岩石一般为绿帘透辉石岩大理岩和矽卡岩,是本矿床具有重要经济意义的矿石类型;斑点状一斑杂状矿石,金属矿物呈大小不一的斑点、斑杂状分布于岩石中,兼有斑点状和斑杂状2种构造特征,容矿岩石为矽卡岩,金属矿物总量一般为15%~30%;次块状一块状矿石,金属矿物呈不规则状的集合体分布,总量为30%~50%或更高,富矿通常属于这一类型,容矿岩石为矽卡岩,主要赋存在9、11勘探线矿体厚、大部位中。

3.3.2.2 矿石工业类型

矿区内硫化矿石中的有用组分为Fe、Pb、Zn、Ag。Pb、Zn主要赋存于方铅矿、闪锌矿中,两者在空间上密切共生,Ag主要赋存于铅精矿中。与铅锌矿石伴生的尚有少量至微量磁黄铁矿、磁铁矿等金属矿物。因此,矿区内硫化矿石可划归为一种工业类型,即硫化铅锌(铁)矿石。

矿区原生矿石中的有用组分为Pb、Zn、Fe,伴生有用组分为Ag。Fe主要赋存于磁铁矿中,Pb、Zn主要赋存于方铅矿、闪锌矿中,三者空间上密切共生,Ag在矿石中赋存状态尚不清楚,根据邻近矿区万安铅锌铁矿区、灯头矿区矿石可选性试验结果,Ag主要进入铅精矿中。与铅锌矿石伴生的尚有少量至微量黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿等金属矿物。

矿体虽然从自然类型划分为铅锌矿石和(铅锌)铁矿石2种,但铅锌矿体普遍含有Fe,且为同一矿体,呈插花状,开采时无法分开。因此,矿区内矿石可划分为单种工业类型,即铅锌(铁)原生矿石,采用优先浮选—磁选流程,可以获得较理想的选别指标。

4 矿床成因与找矿标志

4.1 矿床成因

该矿床有如下成矿特点:

1) 矿区矽卡岩产在大理岩与岩浆岩的外接触带上或产在大理岩中,所有铅锌(铁)矿体均产在矽卡岩中。

2) 矿石矿物一般为闪锌矿、方铅矿,磁铁矿,少量黄铁矿、黄铜矿,脉石矿物主要有石英、透辉石、铁铝石榴子石、透闪石、萤石、方解石、黑云母等。

3) 矿体位于北东向断裂与矽卡岩或大理岩的相交复合部位。

初步认为矿床成因类型属矽卡岩—热液充填型脉状铅锌(铁)矿床^[3],其形成过程可大致分为以下几个阶段:

1) 岩浆期矽卡岩阶段。燕山晚期花岗岩侵入矿区,由于岩浆岩熔融释放的热能,使得接触带溪口组地层产生广泛的接触热变质作用,形成各类角岩化粉砂岩、角岩化泥岩、角岩化石英杂砂岩和大理岩^[4]。

2) 岩浆期后矽卡岩阶段。花岗岩与大理岩发生接触渗滤作用,花岗岩中的SiO₂、Al₂O₃被带到大理岩中,形成矽卡岩。矿物成分有透辉石、石榴子石、透闪石、阳起石、角闪石、磁铁矿等。

3) 热液叠加改造阶段。岩浆期后来源于地壳深部的富挥发组分及成矿物质的热液顺花岗岩中的裂隙上升,与花岗岩顶部的大理岩或矽卡岩发生双交代作用,形成大量含水和富含挥发份的退化交代矿物,并伴有许多金属矿物的沉淀^[5]。该阶段为主成矿阶段,实际上包含高温—汽化热液、中温—低温热液阶段所形成的一系列矿物组合。金属矿物有磁铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿等,非金属矿物有萤石、绿帘石、黑云母、碳酸盐、石英、绿泥石、绢云母等。

4.2 找矿标志

- 1) 构造。构造断裂带之间的破碎岩发育带。
- 2) 地层。三叠系下统溪口组。
- 3) 岩性。大理岩与岩浆岩的接触带上均可见有矽卡岩,是一个重要找矿线索。
- 4) 老硐、民采硐遗迹。是重要的找矿线索与直接的找矿标志。

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(1:500000)[M]. 福州:福建省地图出版社,1998
- [2] 福建省地质矿产局. 福建省区域地质[M]. 北京:地质出版社,1985
- [3] 袁见齐,朱上庆,翟裕生,等. 矿床学[M]. 北京:地质出版社,1984
- [4] 费红彩,肖荣阁. 成矿流体演化与成矿物理化学[J]. 矿物岩石地球化学通报,2002,21(2):139-144
- [5] 李福春,刘源,金章东,等. 流体在金属成矿过程中的作用[J]. 矿产与地质,1999,13(3):129-134