

doi: 10.12097/gbc.2024.07.009

邢新龙, 冷成彪, 王水龙, 任志, 邓丽军, 谭荣. 2025. 赣北彭山地区老屋舒矽卡岩型锡矿床地质特征及找矿前景[J]. 地质通报, 44(7): 1232–1241.
Xing Xinlong, Leng Chengbiao, Wang Shuilong, Ren Zhi, Deng Lijun, Tan Rong. 2025. Geological characteristics and prospecting prospects of the Laowushu skarn-type tin deposit in the Pengshan area, northern Jiangxi[J]. Geological Bulletin of China, 44(7): 1232–1241(in Chinese with English abstract).

赣北彭山地区老屋舒矽卡岩型锡矿床 地质特征及找矿前景

邢新龙^{1,2,3}, 冷成彪^{1,2*}, 王水龙^{1,2}, 任志^{1,2}, 邓丽军³, 谭荣³

(1. 东华理工大学核资源与环境国家重点实验室, 江西 南昌 330013; 2. 东华理工大学地球科学学院, 江西 南昌 330013;
3. 江西省地质局第三地质大队, 江西 九江 332100)

摘要:【研究目的】老屋舒锡矿床位于赣北地区彭山锡多金属矿集区内的西北部, 是近期勘查新发现的矽卡岩型锡矿床。现有勘查工程单孔揭露厚 15.77 m、Sn 平均品位 1.2% 的矽卡岩型矿体, 沿岩体外接触带顺层产出, 是彭山锡多金属矿集区内发现的单工程品位最高、厚度最大的锡矿体, 但是其成矿条件和成矿潜力仍不清楚。【研究方法】在总结前人研究成果和勘查工作新发现的基础上, 对老屋舒矿床矿体特征和矿石特征进行了综合研究。【研究结果】提出与彭山锡多金属矿集区其他矿区不同, 老屋舒矿区矽卡岩型锡矿体主要赋存于荷塘组底部炭质页岩夹白云质灰岩与花岗岩的外接触带。成矿过程分为矽卡岩阶段、氧化物阶段、石英-硫化物阶段 3 个成矿阶段。【结论】结合岩浆岩、围岩和构造地质特征, 对矿区成矿条件进行了综合分析, 认为彭山地区老屋舒矽卡岩型锡矿床具有良好的找矿前景。

关键词: 锡矿床; 矽卡岩型; 地质特征; 找矿前景; 彭山地区; 江西; 矿产勘查工程

创新点: 老屋舒矿区矽卡岩型锡矿体主要赋存于荷塘组底部炭质页岩夹白云质灰岩与花岗岩的外接触带, 锡石是主要载 Sn 矿物, 富集过程主要集中在氧化物阶段, 矿区具有良好的找矿前景。

中图分类号: P618.44 文献标志码: A 文章编号: 1671-2552(2025)07-1232-10

Geological characteristics and prospecting prospects of the Laowushu skarn-type tin deposit in the Pengshan area, northern Jiangxi

XING Xinlong^{1,2,3}, LENG Chengbiao^{1,2*}, WANG Shuilong^{1,2}, REN Zhi^{1,2}, DENG Lijun³, TAN Rong³

(1. State Key Laboratory of Nuclear Resources and Environment, East China University of Technology, Nanchang 330013, Jiangxi, China; 2. College of Earth Sciences, East China University of Technology, Nanchang 330013, Jiangxi, China; 3. The Third Geological Brigade of Jiangxi Geological Bureau, Jiujiang 332100, Jiangxi, China)

Abstract: [Objective] The Laowushu tin deposit is located in the northwest of the Pengshan tin polymetallic ore cluster in northern Jiangxi Province. It is a newly discovered skarn-type tin deposit in recent exploration. The existing exploration project single hole revealed a skarn-type ore body with a thickness of 15.77 m and an average Sn grade of 1.2%. It is produced along the outer contact zone of the rock body. It is the tin ore body with the highest grade and the largest thickness found in the Pengshan tin polymetallic ore

收稿日期: 2024-07-07; 修订日期: 2024-09-10

资助项目: 国家重点研发计划项目《赣西北铋-金-钨矿床成矿规律与矿床保存机制研究》(编号: 2023YFC2906801)、江西省级财政出资地质勘查项目《江西省德安县老屋舒锡多金属矿普查》(编号: 20240007)、江西省国家级高层次人才创新创业项目《江西德兴斑岩铜矿田铋等关键金属的赋存状态与富集机制研究》(编号: K20230004)和江西省“双千计划”项目(编号: DHSQT22021006)

作者简介: 邢新龙(1991-), 男, 在读博士生, 工程师, 从事地质矿产勘查及研究工作。E-mail: 1060174115@qq.com

* 通信作者: 冷成彪(1982-), 男, 教授, 博士生导师, 从事矿床学及地球化学的研究与教学工作。E-mail: lcb8207@163.com

cluster. However, its mineralization conditions and mineralization potential are still unclear. **[Methods]** Based on the summary of previous research results and new discoveries in exploration work, this paper conducts a comprehensive study on the ore body characteristics and ore characteristics of the Laowushu deposit. **[Results]** It is proposed that, unlike other mining areas in the Pengshan tin polymetallic ore cluster, the skarn-type tin ore bodies in the Laowushu mining area are mainly distributed in the outer contact zone of carbonaceous shale interbedded with dolomite limestone and granite at the bottom of the Hetang Formation. The mineralization process is divided into three mineralization stages: skarn mineralization stage, oxide mineralization stage, and quartz-sulfide mineralization stage. **[Conclusions]** A comprehensive analysis of the mineralization conditions of the mining area was conducted based on the characteristics of magmatic rocks, surrounding rocks and structural geology, and it is believed that the Laowushu skarn-type tin mining area in Pengshan area has good prospecting prospects.

Key words: tin deposit; skarn type; geological characteristics; prospecting prospects; Pengshan area; Jiangxi; mineral exploration engineering

Highlights: The skarn-type tin ore bodies in the Laowushu mining area are mainly distributed in the outer contact zone of carbonaceous shale intercalated with dolomite limestone and granite at the bottom of the Hetang Formation. Cassiterite is the main Sn-bearing mineral, and the enrichment process is mainly concentrated in the oxide stage. The mining area has good prospecting prospects.

About the first author: XING Xinlong, male, born in 1991, doctoral student, geological and mining engineer, engaged in geological and mineral exploration and research. E-mail: 1060174115@qq.com

About the corresponding author: LENG Chengbiao, male, born in 1982, Ph.D., professor, engaged in research and teaching in mineral deposits and geochemistry. E-mail: lcb8207@163.com

Fund support: Supported by National Key R&D Program of China (No. 2023YFC2906801), the Jiangxi Provincial Fiscal Funded Geological Exploration Project (No. 20240007), the Jiangxi Provincial National High-level Talent Innovation and Entrepreneurship Project (No. K20230004) and the Jiangxi Province's "Double Thousand Plan" Project (No. DHSQT22021006)

锡是中国重要的战略性矿产资源,被广泛用于航空航天、超导体材料等高科技产业领域(陈郑辉等, 2015; 张建斌等, 2015; 夏庆霖等, 2018)。彭山锡多金属矿集区位于九江市德安县境内,大地构造位置上处于扬子地块的东南缘、长江中下游拗陷带南缘与江南造山带中段北缘的交界处。就成矿区带划分而言,彭山锡多金属矿集区位于长江中下游成矿带与江南钨多金属成矿带的过渡部位,毗邻九瑞铜多金属矿集区和大湖塘钨多金属矿集区(江西省地质矿产勘查开发局, 2017),是赣北地区目前仅有的一处大型锡矿产地,先后勘查和评价了曾家垅、尖峰坡、垅里甘等多个大一中型锡矿床(图 1),累计探获锡资源量近 30×10^4 t(罗兰等, 2010a)。

前人对彭山锡多金属矿集区矿床地质特征开展了详细的地质调查和综合研究(表 1),发现矿集区地处岩浆穹隆顶部(刘南庆等, 2011, 2022),隐伏花岗岩体的成岩时代为早白垩世中期(129~126 Ma)(罗兰等, 2010b; 尹青青等, 2024),矿化类型以矽卡岩型和硫化物型为主(李晓彬, 2015; 李芬, 2017),成矿时代(128 Ma)与成岩时代一致(徐斌等, 2015; Xu et al., 2017),与锡相关的成矿流体来源于岩浆,成矿物质

为岩浆和前寒武变质沉积岩的混合(罗兰等, 2011; Yin et al., 2020)。

老屋舒为江西省地质局第三地质大队新发现的矽卡岩锡矿床,位于彭山锡多金属矿集区的北西部,处在曾家垅矿区和黄金洼矿区之间(图 1)。勘查过程中首次在寒武系底一下统荷塘组底部发现厚层、高品位矽卡岩型锡矿体,单孔已揭露厚 15.77 m, Sn 平均品位 1.2% 的矽卡岩型矿体,为彭山锡多金属矿集区内发现的单工程品位最高、厚度最大的矽卡岩型锡矿体。本文在前人研究成果和勘查工作新发现的基础上,对老屋舒矽卡岩型锡矿床地质特征进行研究,探讨控矿特征及找矿方向,为下一步的找矿勘查提供理论依据。

1 成矿地质背景

1.1 地 层

受隐伏岩体侵位上隆影响,区域地层从新元古界浅变质岩系至下志留统沉积盖层均有出露(表 2),以穹隆背斜核部为中心呈“箭靶”式环形分布(图 1)。陡山沱组(Z_1d)、灯影组(Z_2d)及荷塘组($C_{0-1}h$)碳酸盐岩与燕山晚期花岗岩接触带,是寻找矽

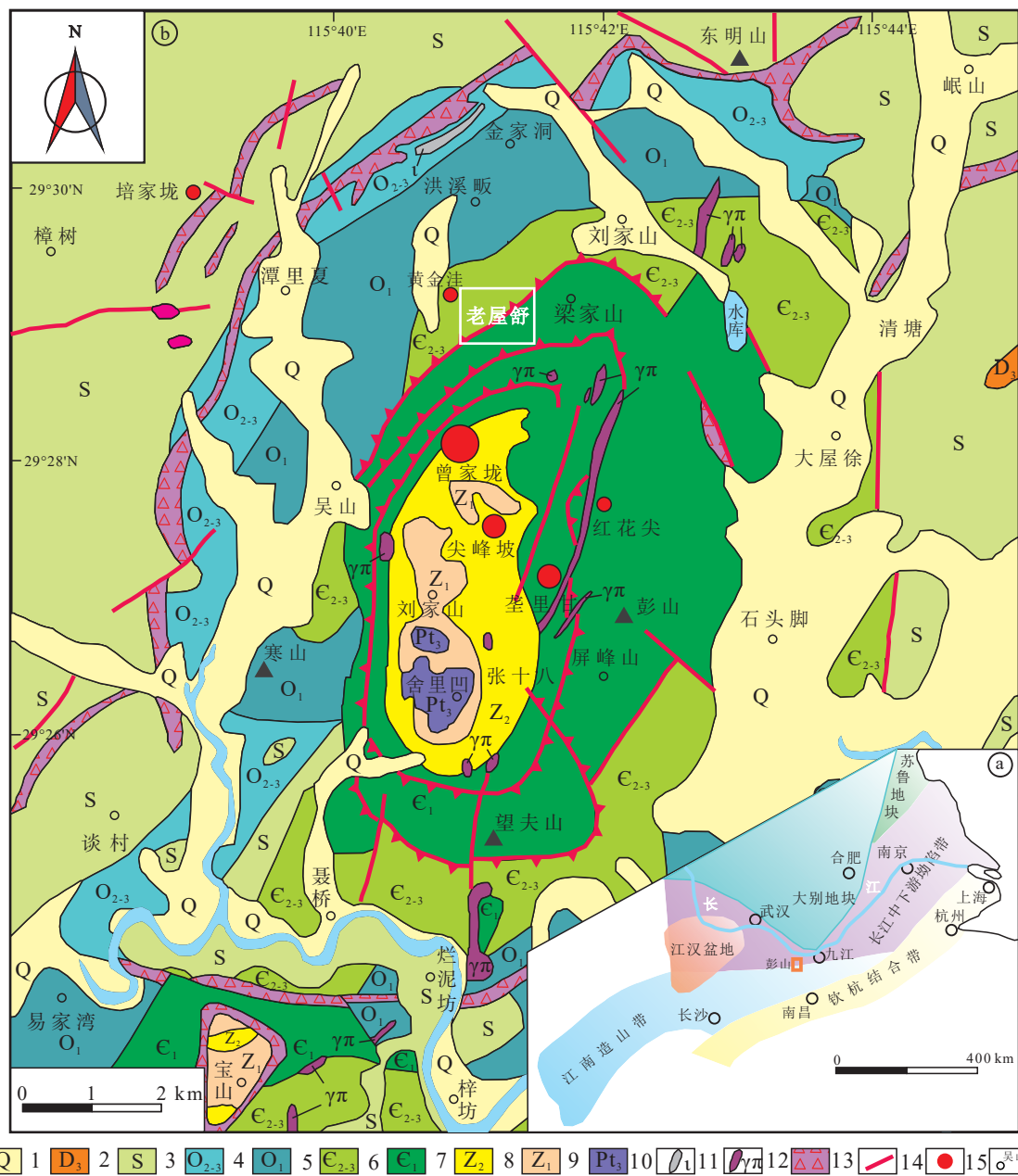


图 1 华南区域地质图 (a) 和江西彭山锡多金属矿集区地质矿产图 (b) (据尹青青, 2024 修改)

Fig. 1 Geological map of South China (a) and geological map of the Pengshan tin polymetallic ore cluster in Jiangxi Province (b)

1—第四系; 2—上泥盆统砂砾岩; 3—志留系页岩; 4—中上奥陶统灰岩; 5—下奥陶统白云岩; 6—中上寒武统泥质条带灰岩; 7—下寒武统粉砂质、炭质页岩夹白云质灰岩; 8—上震旦统硅质岩-灰岩夹页岩及砂砾岩; 9—下震旦统砂砾岩; 10—双桥山群板岩夹石英角斑岩及细碧岩;

11—闪斜煌斑岩; 12—花岗斑岩; 13—硅化破碎带; 14—断层; 15—锡矿床及矿点; 16—地名

1—Quaternary; 2—Upper Devonian glutenite; 3—Silurian shale; 4—Middle-Upper Ordovician limestone; 5—Lower Ordovician dolomite; 6—Middle-Furongian Cambrian mud-banded limestone; 7—Lower Cambrian limestone-bearing shale; 8—Upper Sinian silicalite, shale-bearing limestone and glutenite; 9—Lower Sinian glutenite; 10—Shuangqiaoshan Group quartz-keratophyre and spilite-bearing slate; 11—Spessartine; 12—Granite-porphry; 13—Silicified fracture belt; 14—Fault; 15—Tin deposits and mineral occurrences; 16—Location

卡岩型锡铜多金属矿体的有利部位(图 2、图 3)。

1.2 构造

区内构造由穹状背斜、环弧状层间重力滑动断

裂、放射状断裂组成(图 1)。穹状背斜为彭山底辟穹隆构造主体, 其平面形态近似椭圆形, 长轴近南北向, 北端轴向偏转为北东向, 面积约 180 km²(邹文学,

表 1 彭山锡多金属矿集区矿产特征

Table 1 Brief table of mineral characteristics in Pengshan tin polymetallic ore cluster area

矿产地	矿种	矿体形态及产状	规模	矿石类型	矿床成因	伴生矿产
曾家垅	锡	层状, 顺层产于外接触带陡山沱组白云岩夹层及砂岩	大型	锡石硫化物砂卡岩	热液充填交代、砂卡岩化	锌铜
尖峰坡	锡	层状, 顺层产于莲沱组顶部砾岩及陡山沱组顶部白云岩	中型	锡石硫化物砂砾岩	热液充填交代、砂卡岩化	锌铜
垅里甘	锡	细网脉状, 产于花岗斑岩两侧厚层硅质岩	中型	含硫化物锡石硅质岩	中温热液充填交代	锌
红花尖	锡	层状, 顺层产于莲沱组顶部砾岩	中型	锡石硫化物砂砾岩	高一中温热液充填交代	锌
张十八	铅锌	细脉浸染状, 顺层产于莲沱组顶部砂砾岩	中型	闪锌矿、方铅矿砂砾岩	中温热液充填交代	银
老屋舒	锡	似层状, 沿接触带产于荷塘组底部灰岩夹层	未知	锡石硫化物砂卡岩	砂卡岩化	铜、萤石

表 2 彭山锡多金属矿集区地层

Table 2 Brief table of strata in Pengshan tin polymetallic ore cluster area

界	系	统	地层名称及主要岩性
新生界	第四系	-	残、坡积层(Q)
	志留系	下统	梨树窝组(S ₁ l)页岩、粉砂质页岩夹砂岩
		上统	汤头组(O ₃ t)瘤状灰岩
	奥陶系	中统	汤山组(O ₂ t)旋涡状灰岩
		下统	仑山组(C ₃ -O ₁ l)上段厚层白云岩, 下段中厚层白云质灰岩
下古生界	寒武系	上统	西阳山组(C ₃ x)细条带状泥质灰岩
			华严寺组(C ₃ hy)薄层状泥质条带状灰岩夹中厚层状灰岩
		中统	杨柳岗组(C ₂ y)宽条带、眼球状泥灰岩、泥质灰岩夹同生角砾岩
		下统	观音堂组(C ₁ g)粉砂岩及粉砂质页岩
			荷塘组(C ₀ h)炭质页岩及含炭硅质页岩, 底部见白云质灰岩夹层
新元古界	震旦系	上统	灯影组(Z ₂ d)厚层硅质岩, 顶部见含炭硅质岩、灰岩
		下统	陡山沱组(Z ₁ d)白云岩夹白云质粉砂岩及含炭硅质页岩
	南华系	上统	南沱组(Nh ₃ n)凝灰质粉砂岩及含砾凝灰质粉砂岩
		下统	莲沱组(Nh ₁ l)含砾石英砂岩、砾岩及长石石英砂岩
	青白口系		上双桥山群(Pt ₂ sh ²)板岩、砂质板岩夹紫色砂质板岩
			下双桥山群(Pt ₂ sh ¹)板岩、砂质板岩夹细碧角斑岩

1985)。核部地层由双桥山群浅变质岩系组成, 由核向外为震旦系—志留系。翼部地层产状由核部向四周由缓变陡, 西翼地层倾角 20°~35°, 东翼 10°~25°。环弧状层间重力滑动断裂主要发育在岩性差异地层界面附近, 自核部向外可依次分为内、中、外圈 3 个层间重力滑动断裂系统(李晓彬, 2015; 段谟琳, 2021), 以南华系—震旦系、中—下震旦统最发育。放射状断裂多为横向正断层或剪切平移断层, 规模小, 以穹状背斜周边最发育(刘南庆等, 2011)。

1.3 岩浆岩

彭山隐伏岩体形成于燕山晚期, 已有的锆石

U-Pb 年龄集中在 129~126 Ma 之间(罗兰等, 2010b; 陈伟等, 2018; Yin et al., 2020)。岩体表现为富硅、弱过铝质、碱含量较高, 极度贫镁、钙, 低钛、磷; 微量元素表现为稀土元素总量偏低, 轻微富集轻稀土元素, 显示强烈的负 Eu 异常, 具有稀土元素四分组效应, 属于高分异花岗岩(罗兰等, 2010b; 陈伟等, 2018)。彭山隐伏岩体主体单元为浅灰白色黑云母二长花岗岩, 呈岩基状产出, 中—粗粒花岗结构, 块状构造, 主要矿物成分为斜长石、碱性长石、石英、黑云母和少量白云母。中—细粒二云母花岗岩呈岩株产出, 呈岩体接触面顶部, 呈浅灰白色, 中—细粒花

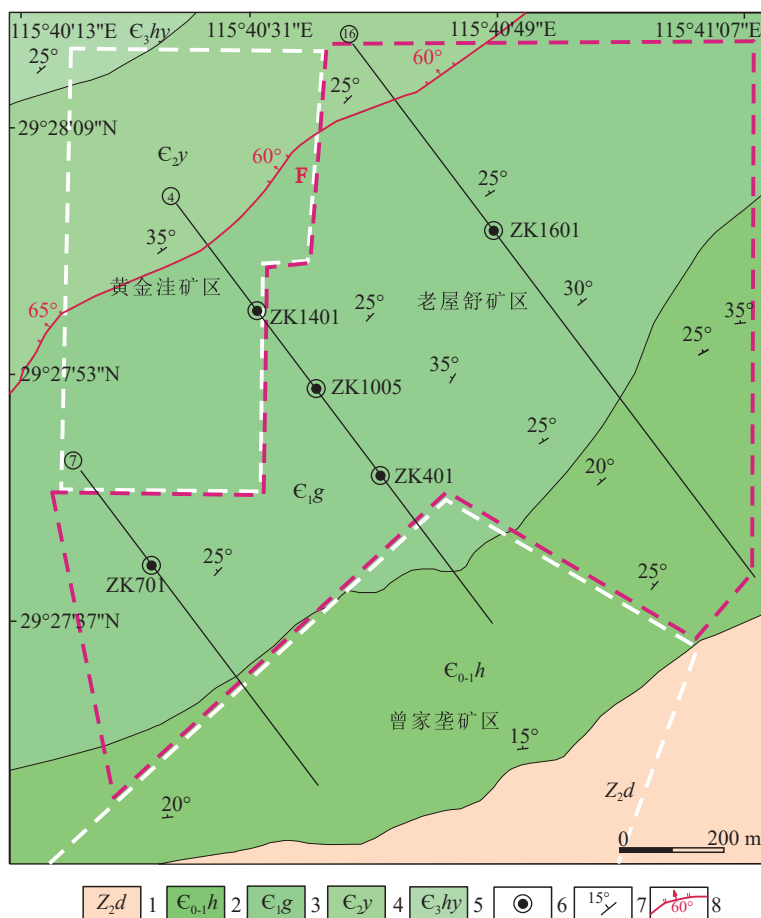


图2 老屋舒锡多金属矿区地质简图(红色、白色虚线表示矿区范围)

Fig. 2 Geological sketch map of the Laowushu Sn-polymetallic area

1—上震旦统灯影组; 2—寒武系底—下寒武统荷塘组; 3—下寒武统观音堂组; 4—中寒武统杨柳岗组; 5—上寒武统华严寺组;
6—施工钻孔; 7—地层产状; 8—正断层及产状

1—Upper Sinian Dengying Formation; 2—Lower Cambrian Hetang Formation; 3—Lower Cambrian Guanyintang Formation; 4—Middle Cambrian Yangliugang Formation; 5—Furongian Cambrian Huayansi Formation; 6—Drilling holes; 7—Stratigraphic occurrence; 8—Normal faults

岗结构, 块状构造, 主要矿物成分为斜长石、碱性长石、石英、白云母, 向接触面方向有粒度逐渐变细、白云母含量逐渐增多的变化趋势, 与 Sn 成矿密切相关(陈伟等, 2018; Yin et al., 2020)。岩脉主要为浅灰褐色花岗斑岩, 斑状结构, 块状构造, 主要矿物成分为钾长石、石英、白云母, 在红花尖矿区切穿锡矿体(邹文学等, 1987, 1988; 李芬, 2017; 朱元松等, 2018)。

2 矿床地质特征

2.1 矿体特征

与相邻曾家垄矿区的矿体主要赋存于陡山沱组与花岗岩接触带附近不同(表 1), 老屋舒矿体主要赋存于荷塘组底部炭质页岩夹白云质灰岩与花岗岩的

外接触带中(图 3)。矿体呈似层状顺层产出, 产状严格受岩体侵位的控制, 与岩体侵位接触面产状基本一致(图 3)。矿体倾向延伸约 2000 m, 垂向延深约 300 m, 倾向 300°~330°, 倾角 10°~30°, 具有东高西低, 往西倾角变大的特点。通过 4 个钻孔(ZK401、ZK1005、ZK1401、ZK1402)揭露, 已控制矽卡岩型锡铜多金属矿体 1 个, 矿体平均厚度 11.30 m, Sn 平均品位 0.80%(最高单样品位 3.47%), Cu 平均品位 0.55%(最高单样品位 0.99%)。其中矿体最大单孔(ZK401)厚度 15.77 m, Sn 平均品位达到 1.2%(图 3)。

2.2 矿石特征

矿石结构以中—细粒结构、半自形—自形粒状结构、交代充填结构为主, 矿石构造以浸染状、块

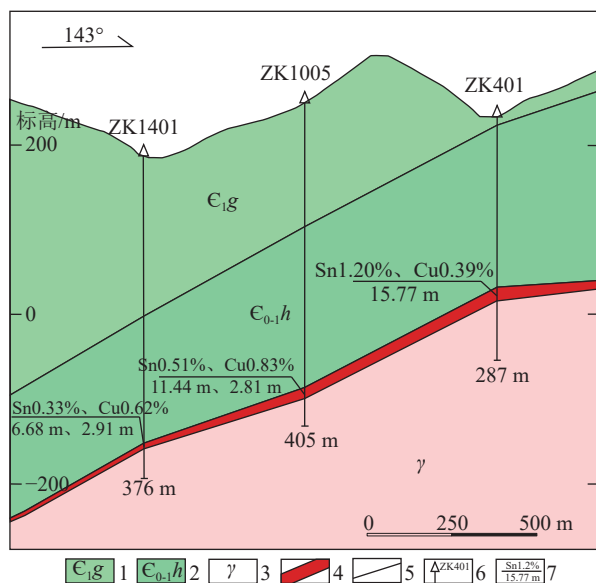


图 3 老屋舒矿区锡矿床 4 号勘探线地质剖面图

Fig. 3 Geological section along the exploration line 4 of the Laowushu Sn deposit

1—下寒武统观音堂组; 2—寒武系底—下寒武统荷塘组; 3—二云母花岗岩岩株; 4—砂卡岩型锡矿; 5—地质界线; 6—钻孔; 7—单工程平均品位及厚度

1—Lower Cambrian Guanyintang Formation; 2—Lower Cambrian Hetang Formation; 3—Two-mica granite stock; 4—Skarn-type tin ore; 5—Geological boundary; 6—Drilling hole; 7—Average grade and thickness of single project

状、细脉条带状为主(图 4-a, b)。矿石矿物组合以锡石、磁铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿为

主(图 4-c~f), 少量辉铋矿、白铁矿、斑铜矿、方铅矿、白钨矿。脉石矿物组合主要为石榴子石、透辉石、硅灰石、碳酸盐、石英、长石、云母, 少量角闪石、阳起石、符山石、绿帘石, 局部有紫色萤石呈细条带状贯入(图 4-a)。

锡石是主要的载 Sn 矿物, 占矿石中金属矿物总量的 5% 左右, 多呈浸染状不规则粒状、放射状集合体, 粒度 0.02~0.50 mm, 野外肉眼难以识别。偏光镜下呈浅黄褐色—浅褐红色, 具颜色环带, 正极高突起。多嵌布在磁铁矿内部(图 5-g), 连生磁铁矿, 被黄铜矿等交代(图 5-d, e)。黄铜矿占矿石金属矿物总量的 20% 左右, 粒状, 他形, 粒度小于 2 mm, 多与磁黄铁矿镶嵌状生长, 局部交代黄铁矿、白铁矿呈残余状(图 5-c, e, g, h)。磁黄铁矿占矿石金属矿物总量的 35% 左右, 粒状, 他形, 粒度普遍小于 1 mm, 偶尔可达 1~1.5 mm, 连生黄铜矿、闪锌矿, 交代锡石、磁铁矿, 局部被磁铁矿交代(图 5-a, c, d)。磁铁矿占矿石金属矿物总量的 30% 左右, 呈他形—半自形粒状, 粒度小于 0.5 mm, 反射光镜下呈浅灰棕色。局部见环带构造(图 5-b), 可见磁铁矿交代锡石, 并见连生磁黄铁矿(图 5-d, e)。

据矿石中矿物共生组合、矿石结构构造、矿物交代关系和脉状穿插关系, 可将成矿过程分成 3 个阶段: 砂卡岩阶段、氧化物阶段、石英—硫化物阶段。砂卡岩阶段含矿岩浆热液沿构造裂隙上升, 与荷塘

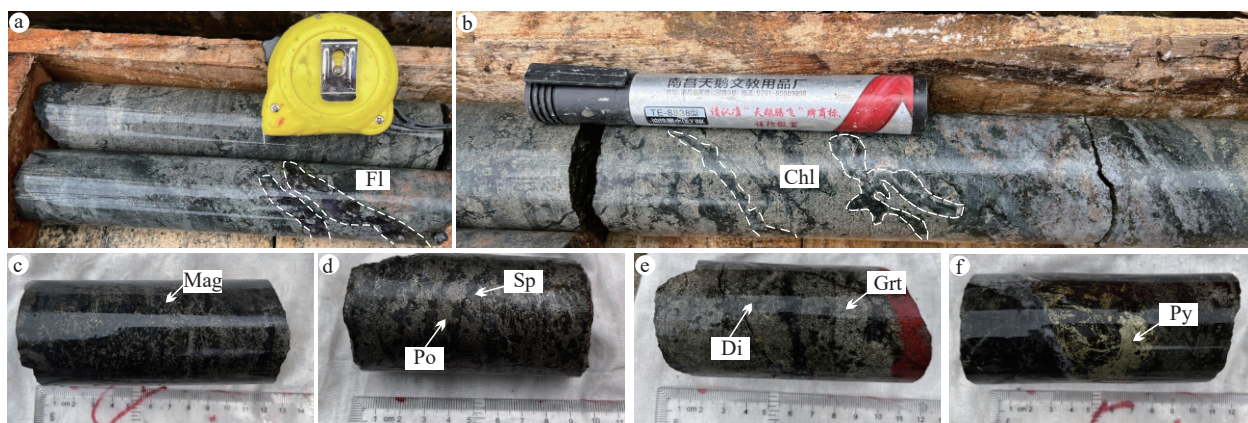


图 4 老屋舒矿区矿石岩心照片

Fig. 4 Photos of some core ores from the Laowushu deposit

a—紫色萤石条带贯入矿石; b—细脉条带状矿石构造; c—浸染状锡石和磁铁矿; d—细脉条带状磁黄铁矿和闪锌矿; e—脉石矿物石榴子石和透辉石; f—团块状黄铁矿。Chl—绿帘石; Di—透辉石; Fl—萤石; Grt—石榴子石; Mag—磁铁矿; Po—磁黄铁矿; Py—黄铁矿; Sp—闪锌矿
a—Purple fluorite bands penetrate into the ore; b—Vein-banded ore structure; c—Disseminated cassiterite and magnetite; d—Vein-banded pyrrhotite and sphalerite; e—Gangue minerals garnet and diopside; f—Agglomerated pyrite. Chl—Chlorite; Di—Diopside; Fl—Fluorite; Grt—Garnet; Mag—Magnetite; Po—Pyrrhotite; Py—Pyrite; Sp—Sphalerite

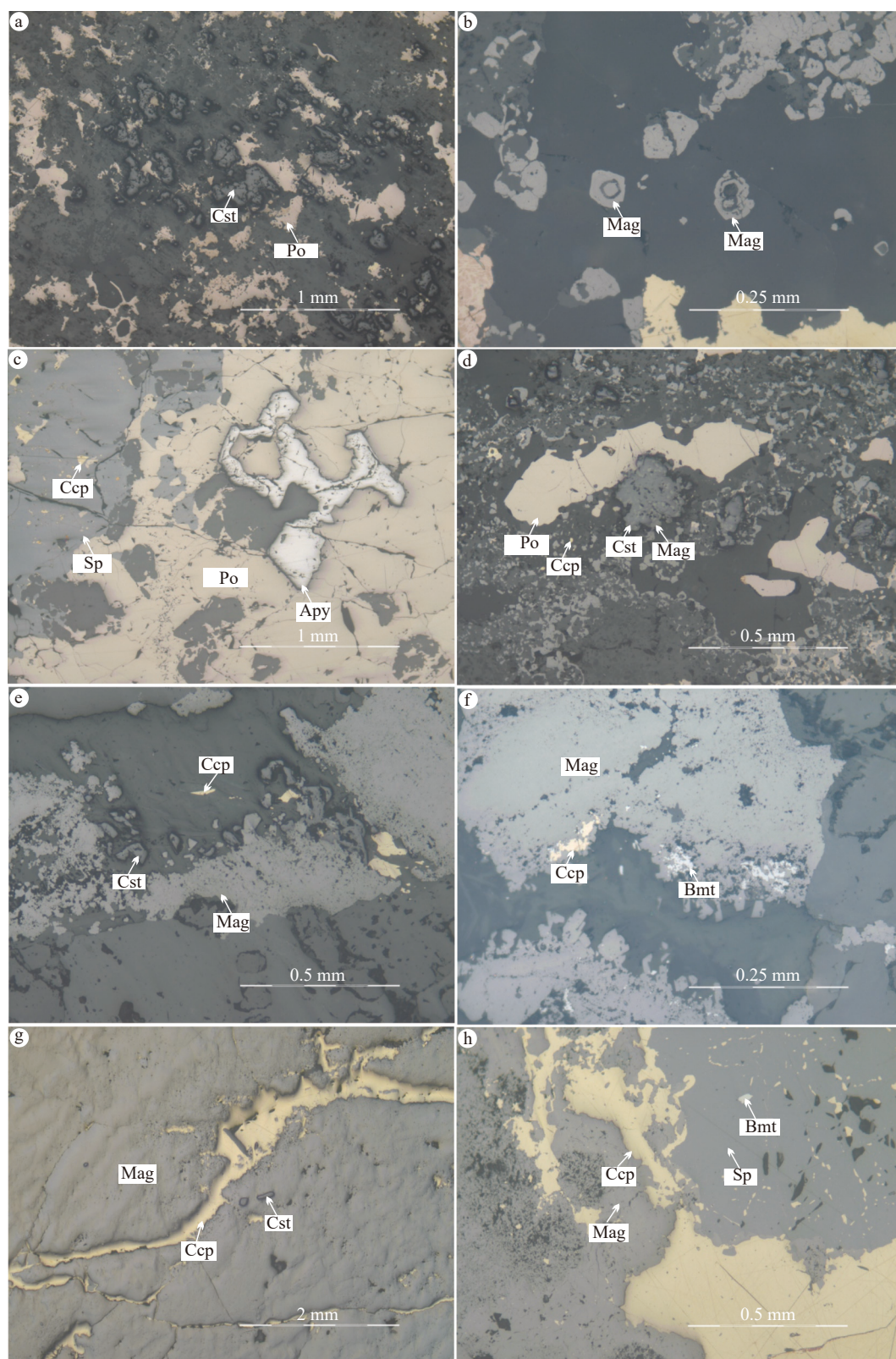


图 5 老屋舒矿区矿石显微镜下照片

Fig. 5 Microphotos of some ores from the Laowushu deposit

Apy—毒砂; Bmt—辉铋矿; Ccp—黄铜矿; Cst—锡石; Grt—石榴子石; Mag—磁铁矿; Po—磁黄铁矿; Sp—闪锌矿

Apy—Arsenopyrite; Bmt—Bismuthite; Ccp—Chalcopyrite; Cst—Cassiterite; Grt—Garnet; Mag—Magnetite; Po—Pyrrhotite; Sp—Sphalerite

组底部碳酸盐岩发生热液交代作用, 形成石榴子石、透辉石、硅灰石、符山石和磁铁矿(图 5-a~c)。矿物晶形较完整, 颗粒较大。氧化物阶段是主要的 Sn 富集成矿阶段, 锡石是主要载 Sn 矿物, 多呈细小颗粒被包含于磁铁矿、石榴子石等早期矽卡岩阶段矿物中(图 5-d, e, g)。石英-硫化物阶段形成石英的同时, 也形成大量金属硫化物矿物, 如黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿等, 呈脉体穿切或交代早期矽卡岩阶段矿物(图 5-f, g, h)。

3 成矿条件及成矿潜力分析

3.1 成矿条件

老屋舒锡矿床属于矽卡岩型锡石硫化物矿床, 产于彭山花岗岩隐伏岩体与下寒武统荷塘组($C_{0.1}h$)底部白云质灰岩夹层的外接触带中, 成矿与岩浆岩、围岩和构造条件紧密相关。

(1) 岩浆岩条件

周开朗等(1986)测得彭山地区高挥发分花岗岩中 Sn 丰度值范围为 $45 \times 10^{-6} \sim 201 \times 10^{-6}$, 比该地区其他岩浆岩的 Sn 丰度值($6.7 \times 10^{-6} \sim 37 \times 10^{-6}$)高出很多倍, 说明高挥发分花岗岩为锡成矿提供了物质来源。壳幔相互作用过程对华南地区钨锡成矿事件具有重要影响(Li et al., 2007; Yuan et al., 2008; Hu et al., 2012), 近年来的同位素地球化学研究(卢树东等, 2004; 罗兰等, 2010a; Xu et al., 2017)进一步支持与锡矿化有关的花岗岩主要是由地壳衍生而来的, 并有少量地幔物质的参与。陈伟等(2018)、尹青青等(2024)认为, 彭山地区高分异花岗岩为黑云母花岗岩留下的麻粒岩相残余体再次深熔的产物, 这与老屋舒矿区发现的二云母花岗岩岩株呈小规模产出符合。

(2) 围岩条件

围岩岩性直接影响矽卡岩和矿石的物质成分, 荷塘组($C_{0.1}h$)底部岩性为炭质页岩夹薄层状白云质灰岩, 成分不纯的碳酸盐岩石更有利于矽卡岩成矿(翟裕生等, 2011)。同时不同岩性之间的薄弱界面, 更易受构造影响发生破碎, 有利于含矿热液的流通, 发生交代作用(翟裕生等, 2011)。另外, 荷塘组炭质页岩的致密结构和低渗透性提供了良好的屏蔽作用, 为矽卡岩成矿过程创造了有利的封闭成矿环境。

(3) 构造条件

燕山期彭山地区处于伸展构造背景, 岩浆活动

强烈, 岩浆上侵形成彭山岩浆核杂岩体(晁会霞等, 2023), 岩体底辟上升的过程中, 以岩体为中心在岩性界面之间形成大量的弧形滑脱裂隙带(刘南庆等, 2011), 平面上呈“晕圈式”环状矿床分布(卢树东等, 2005)。下寒武统荷塘组炭质页岩与观音堂组粉砂质页岩的岩性界面是区域上一套重要的滑脱层(朱清波等, 2012), 控矿构造为老屋舒矽卡岩型锡矿床提供了有利的导矿容矿空间。老屋舒矿区位于彭山穹隆构造背斜褶皱北部的倾伏端西侧, 褶皱及相伴生的裂隙为成矿提供了有利的成矿空间。老屋舒矿区侵入体与围岩的接触带构造呈波状、港湾状, 属于简单接触, 无构造叠加或多次侵入的现象。在波状、港湾状接触带的凹部空间, 断裂裂隙发育, 围岩易破碎, 含矿热液易于集中并有利于围岩进行充分的交代作用而成矿(周开朗等, 1986; 翟裕生等, 2011; 周贤旭和胡志成, 2023)。

3.2 成矿潜力分析

探矿工程揭露情况表明, 荷塘组底部炭质页岩中存在薄层状白云质灰岩夹层, 可与彭山地区隐伏岩体顶部二云母花岗岩岩株发生接触交代作用, 从而形成品位高、厚度大的矽卡岩型锡铜矿体, 所以荷塘组底部白云质灰岩夹层和二云母花岗岩岩株的空间分布是老屋舒矿区矽卡岩型锡铜矿体的主要控矿因素。

荷塘组在老屋舒矿区大面积出露, 近期勘查工作发现其底部的白云质灰岩夹层呈层状—似层状分布, 厚度与产状较稳定。ZK401 穿越矿层后仍揭露了近 70 m 的二云母花岗岩, 终孔仍未揭穿二云母花岗岩岩株, 说明老屋舒矿区接触界面附近存在规模相对较大的二云母花岗岩岩株(平面范围 5~10 km²), 能够为矽卡岩成矿过程提供充足的物质来源和有利的成矿条件(Yin et al., 2020)。因此, 从成矿条件和控矿因素综合分析, 彭山地区老屋舒矽卡岩型锡矿区具有良好的找矿前景。

4 结 论

(1) 首次在江西北部彭山地区老屋舒矿区荷塘组底部发现厚层、高品位的矽卡岩型锡矿体, 矿体平均厚度 11.30 m, Sn 平均品位 0.80%, Cu 平均品位 0.55%, 具有很高的工业利用价值。

(2) 老屋舒矿体主要赋存于荷塘组底部炭质页岩夹白云质灰岩与花岗岩的外接触带中, 呈似层状

顺层分布,具有东高西低,往西倾角变大的特点。

(3)成矿过程分 3 个成矿阶段,Sn 的富集主要集中在氧化物阶段。矿石矿物以锡石、磁铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿为主。锡石是主要的载 Sn 矿物,金属硫化物矿物呈脉体穿切或交代早期矽卡岩阶段矿物。

(4)从岩浆岩、围岩、构造成矿条件和控矿因素综合分析,彭山地区老屋舒矽卡岩型锡矿区具有良好的找矿前景。

References

- Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Jiangxi Province. 2017. Regional geology of China—Jiangxi Province[M]. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Chao H X, Yang X K, Lyu G X, et al. 2023. Tectonic metallogenic characteristics of Pengshan magmatic core complex upheaval-detachment structure in Jiurui ore concentration area along the middle and lower reaches of Yangtze River[J]. Geological Bulletin of China, 42(4): 554–565 (in Chinese with English abstract).
- Chen W, Chen B, Sun K K. 2018. Petrogenesis of the Zengjialong highly differentiated granite in the Pengshan Sn-polymetallic ore field, Jiangxi Province[J]. Geochimica, 47(5): 554–574 (in Chinese with English abstract).
- Chen Z H, Wang D H, Sheng J F, et al. 2015. The metallogenic regularity of tin deposits in China[J]. Acta Geologica Sinica, 89(6): 1026–1037.
- Duan M L. 2021. Geological characteristics and deep/peripheral prospect of the Pengshan Sn polymetallic ore field in Northern Jiangxi province[D]. Master's Thesis of Nanjing University (in Chinese with English abstract).
- Hu R Z, Bi X W, Jiang G H, et al. 2012. Mantle-derived noble gases in ore-forming fluids of the granite-related Yaogangxian tungsten deposit, Southeastern China[J]. Mineralium Deposita, 47(6): 623–632.
- Li F. 2017. Studies on metallogenic model and metallogenic prediction of the Jianfengpo tin deposit in Pengshan ore field, Jiangxi, China[D]. Master's Thesis of Nanjing University (in Chinese with English abstract).
- Li X B. 2015. Metallogenic characteristics and regularity of ore formation of the Pengshan tin-polymetallic ore field, Jiangxi, China[D]. Master's Thesis of Nanjing University (in Chinese with English abstract).
- Li Z L, Hu R Z, Yang J S, et al. 2007. He, Pb and S isotopic constraints on the relationship between the A-type Qitianling granite and the Furong tin deposit, Hunan Province, China[J]. Lithos, 97(1/2): 161–173.
- Liu N Q, Qin R J, Chen M S, et al. 2022. Study of transform like fault and its rock-and ore-controlling role in the northern Jiangxi Province[J]. Acta Geologica Sinica, 96(6): 1957–1971 (in Chinese with English abstract).
- Liu N Q, Yin Z, Shi Q, et al. 2011. Analysis on the mechanism of tectonic movement and its ore-controlling effect in the Pengshan and Jiujiang–Ruichang areas, northern Jiangxi Province[J]. Geology and Exploration, 47(3): 333–343 (in Chinese with English abstract).
- Lu S D, Gao W L, Wang S L, et al. 2005. Geology and geochemistry of the Pengshan Sn-polymetallic orefield, Jiangxi[J]. Geology in China, 32(3): 463–469 (in Chinese with English abstract).
- Lu S D, Wang S L, Gao W L, et al. 2004. Study on metallogenic characteristics and genesis of Sn, Pb and Zn polymetallic deposits in Pengshan region, Jiangxi Province[J]. Journal of East China Institute of Technology, 27(3): 201–208 (in Chinese with English abstract).
- Luo L, Jiang S Y, Yang S Y, et al. 2010. Petrochemistry, zircon U–Pb dating and Hf isotopic composition of the granitic pluton in the Pengshan Sn-polymetallic orefield, Jiangxi Province[J]. Acta Petrologica Sinica, 26(9): 2818–2834 (in Chinese with English abstract).
- Xia Q L, Wang X Q, Chang L H, et al. 2018. Spatio-temporal distribution features and mineral resource potential assessment of tin deposits in China[J]. Earth Science Frontiers, 25(3): 59–66.
- Xu B, Jiang S Y, Luo L. 2015. LA-MC-ICP-MS U–Pb dating of cassiterite from the Jianfengpo Sn deposit in the Pengshan Sn-polymetallic ore field, Jiangxi Province and its geological significance[J]. Acta Petrologica Sinica, 31(3): 701–708 (in Chinese with English abstract).
- Xu B, Jiang S Y, Luo L, et al. 2017. Origin of the granites and related Sn and Pb–Zn polymetallic ore deposits in the Pengshan district, Jiangxi Province, South China: constraints from geochronology, geochemistry, mineral chemistry, and Sr–Nd–Hf–Pb–S isotopes[J]. Mineralium Deposita, 52(3): 337–360.
- Yin Q Q, Tang J X, Xiang X Q, et al. 2024. Petrogenesis of reductive S-type granites in the Pengshan district, northern Jiangxi Province, and their implications for tin enrichment: Insights from zircon trace elements[J]. Earth Science Frontiers, 31(3): 133–149 (in Chinese with English abstract).
- Yin Q Q, Xiang X K, Yu Z D, et al. 2020. Genesis of S-type granites in the Pengshan Sn-polymetallic ore field, northern Jiangxi Province and its implications[J]. Acta Geologica Sinica–English Edition, 94(6): 1860–1873.
- Yuan S D, Peng J T, Hu R Z, et al. 2008. Characteristics of rare-earth elements (REE), strontium and neodymium isotopes in hydrothermal fluorites from the Bailashui tin deposit in the Furong ore field, southern Hunan Province, China[J]. Chinese Journal of Geochemistry, 27(4): 342.
- Zhai Y S, Yao S Z, Cai K Q. 2011. Mineral deposits[M]. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Zhang J B, Ding J H, Nzn Geli. 2015. The characteristics and potential of tin resources in China[J]. Geology in China, 42(4): 839–852 (in Chinese with English abstract).
- Zhou X X, Hu Z S. 2023. The metallogenic geological characteristics and metallogenic regularity analysis of tin ore in Northern Jiangxi[J]. Journal of East China university of Technology (Natural Science), 46(1): 40–47.

- Zhu Q B, Yang K G, Cheng W Q. 2012. Mesozoic-Cenozoic gliding detachment in Jiujiang-Ruichang area[J]. *Geology in China*, 39(5): 1199-1210 (in Chinese with English abstract).
- Zhu Y S, Xiong S F, Zhou W J, et al. 2018. Ore genesis and metallogenic model of the Jianfengpo tin deposit in the northern Jiangxi Province[J]. *Mineral Resources and Geology*, 32(6): 1059-1064 (in Chinese with English abstract).
- Zou W X, Gao W L. 1987. Stratotype zoning of wallrock alteration and minetallization in the Jianfengpo tin deposit[J]. *Geology and Prospecting*, (6): 22-28 (in Chinese with English abstract).
- Zou W X. 1988. Geological characters and ore-finding indicators of concealed tin deposits of Pengshan, Jiangxi[J]. *Mineral Resources and Geology*, (2): 59-69 (in Chinese with English abstract).
- ### 附中文参考文献
- 晁会霞, 杨兴科, 吕古贤, 等. 2023. 长江中下游九瑞矿集区彭山岩浆核杂岩隆起-拆离带成矿构造特征[J]. *地质通报*, 42(4): 554-565.
- 陈伟, 陈斌, 孙克克. 2018. 江西彭山锡多金属矿集区曾家垅锡矿相关的铝质花岗岩成因[J]. *地球化学*, 47(5): 554-574.
- 陈郑辉, 王登红, 盛继福, 等. 2015. 中国锡矿成矿规律概要[J]. *地质学报*, 89(6): 1026-1037.
- 翟裕生, 姚书振, 蔡克勤. 2011. 矿床学[M]. 北京: 地质出版社.
- 段谟琳. 2021. 赣北彭山锡多金属矿田地质特征及外围找矿研究[D]. 南京大学硕士学位论文.
- 江西省地质矿产勘查开发局. 2017. 中国区域地质志 (江西省)[M]. 北京: 地质出版社.
- 李芬. 2017. 江西彭山矿田尖峰坡锡矿床成矿模式与成矿预测研究[D]. 南京大学硕士学位论文.
- 李晓彬. 2015. 江西彭山锡多金属矿田成矿地质特征及成矿规律探讨[D]. 南京大学硕士学位论文.
- 刘南庆, 秦润君, 陈茂松, 等. 2022. 赣北地区类转换断层及其控岩控矿作用研究[J]. *地质学报*, 96(6): 1957-1971.
- 刘南庆, 尹祝, 施权, 等. 2011. 赣北九瑞—彭山地区构造运动机制及其控矿作用分析[J]. *地质与勘探*, 47(3): 333-343.
- 卢树东, 高文亮, 汪石林, 等. 2005. 江西彭山锡多金属矿田地质地球化学特征研究[J]. *中国地质*, 32(3): 463-469.
- 卢树东, 汪石林, 高文亮, 等. 2004. 江西彭山锡铅锌多金属矿床成矿特征与成因浅析[J]. *东华理工学院学报*, 27(3): 201-208.
- 罗兰, 蒋少涌, 徐斌, 等. 2011. 江西彭山黄金洼锡矿区含矿花岗岩和白岗岩的矿物化学特征及其成岩成矿指示意义[J]. *矿物学报*, 31(S1): 78.
- 罗兰, 蒋少涌, 杨水源, 等. 2010a. 江西彭山锡多金属矿集区隐伏花岗岩体的岩石地球化学、锆石 U-Pb 年代学和 Hf 同位素组成[J]. *岩石学报*, 26(9): 2818-2834.
- 罗兰, 蒋少涌, 杨水源, 等. 2010b. 江西彭山黄金洼锡矿隐伏花岗岩年代学与地球化学研究[J]. *矿床地质*, 29(S1): 491-492.
- 夏庆霖, 汪新庆, 常力恒, 等. 2018. 中国锡矿床时空分布特征与潜力评价[J]. *地学前缘*, 25(3): 59-66.
- 徐斌, 蒋少涌, 罗兰. 2015. 江西彭山锡多金属矿集区尖峰坡锡矿床 LA-MC-ICP-MS 锡石 U-Pb 测年及其地质意义[J]. *岩石学报*, 31(3): 701-708.
- 尹青青, 唐菊兴, 项新葵, 等. 2024. 赣北彭山还原性 S 型花岗岩成因及其对 Sn 富集的启示: 来自锆石微量元素的证据[J]. *地学前缘*, 31(3): 133-149.
- 张建斌, 丁建华, 南格利. 2015. 中国锡矿资源特征及主要远景区潜力分析[J]. *中国地质*, 42(4): 839-852.
- 周开朗, 刘瑛, 马长信, 等. 1986. 江西德安曾家垅锡矿[R]. 江西省地质矿产局九一六大队.
- 周贤旭, 胡志成. 2023. 赣北地区锡矿成矿地质特征及成矿规律分析[J]. *东华理工大学学报 (自然科学版)*, 46(1): 40-47.
- 朱清波, 杨坤光, 程万强. 2012. 九江—瑞昌地区中新代滑脱构造研究[J]. *中国地质*, 39(5): 1199-1210.
- 朱元松, 熊索菲, 周文俊, 等. 2018. 赣北尖峰坡锡矿床成因类型与成矿模式[J]. *矿产与地质*, 32(6): 1059-1064.
- 邹文学. 1985. 彭山锡矿田的地质特征及控矿地质条件[J]. *地质论评*, (2): 189-193.
- 邹文学. 1988. 江西彭山隐伏锡矿床地质特征及找矿标志[J]. *矿产与地质*, (2): 59-69.
- 邹文学, 高文亮. 1987. 尖峰坡锡矿床围岩蚀变与矿化的层型分带[J]. *地质与勘探*, (6): 22-28.