

# 滇西云龙锡矿带成矿规律与找矿标志研究

雷阳艾, 程迁群, 梁元钊\*

云南省有色地质局三一〇队, 云南 大理

收稿日期: 2026年3月31日; 录用日期: 2026年5月11日; 发布日期: 2026年5月19日

## 摘要

云龙锡矿带位于滇泰锡矿带北段, 是滇西地区重要的锡多金属矿集区。本文在系统总结区域地质、矿床地质、岩石地球化学、同位素年代学及流体包裹体等研究成果的基础上, 深入分析了云龙锡矿的成矿地质背景、矿床类型、控矿因素、成矿物质来源与演化, 并重新厘定了其成矿时代。研究表明, 云龙锡矿带存在至少三期成矿事件: 晚侏罗世-早白垩世(~145 Ma)锡成矿期、晚白垩世(~69~72 Ma)钨锡成矿期和始新世(~39 Ma)钨成矿期。矿床类型可划分为锡石-石英-电气石型、锡石-硫化物型和角岩型, 均受近南北向、北西向等多组断裂构造控制, 呈等距、侧列规律性展布。成矿物质主要来源于地壳硅铝层的改造, 早期成矿流体以岩浆水/变质水为主, 晚期则有大量大气降水的混入。混合岩化作用为成矿提供了重要的物质基础和热动力条件。在深化成矿规律认识的基础上, 本文提出了更为具体的找矿标志, 并重新圈定了成矿预测区, 为区域锡多金属矿找矿勘查提供了坚实的理论依据。

## 关键词

云龙锡矿带, 多期成矿, 成矿规律, 混合岩, 找矿标志, 滇西

# Study on the Metallogenic Regularity and Prospecting Indicators of the Yunlong Tin Ore Belt in Western Yunnan

Yang'ai Lei, Qianqun Cheng, Yuanzhao Liang\*

No.310 Team, Yunnan Nonferrous Geological Bureau, Dali Yunnan

Received: March 31, 2026; accepted: May 11, 2026; published: May 19, 2026

## Abstract

The Yunlong tin ore belt is located in the northern section of the Yunnan-Thailand tin belt and  
\*通讯作者。

文章引用: 雷阳艾, 程迁群, 梁元钊. 滇西云龙锡矿带成矿规律与找矿标志研究[J]. 地球科学前沿, 2026, 16(5): 699-706. DOI: 10.12677/ag.2026.165064

represents an important tin polymetallic ore concentration area in western Yunnan. Based on a systematic summary of regional geology, deposit geology, petrogeochemistry, isotopic geochronology, and fluid inclusion studies, this paper analyzes the metallogenic geological background, deposit types, ore-controlling factors, sources and evolution of ore-forming materials, and redefines the mineralization ages. The results show that the Yunlong tin belt experienced at least three episodes of mineralization: Late Jurassic-Early Cretaceous (~145 Ma) tin mineralization, Late Cretaceous (~69~72 Ma) tungsten-tin mineralization, and Eocene (~39 Ma) tungsten mineralization. The deposit types can be divided into cassiterite-quartz-tourmaline type, cassiterite-sulfide type, and hornfels type, all controlled by nearly NS-trending and NW-trending fault systems, exhibiting equidistant and en echelon patterns. The ore-forming materials were mainly derived from the reworking of the crustal silicic layer. The early ore-forming fluids were dominated by magmatic/metamorphic water, whereas the late stage witnessed significant mixing with meteoric water. Migmatization provided essential material basis and thermal dynamic conditions for mineralization. Based on an improved understanding of the metallogenic regularity, this paper proposes more specific prospecting indicators and redefines the metallogenic prospect areas, providing a solid theoretical basis for regional tin polymetallic exploration.

## Keywords

Yunlong Tin Ore Belt, Multi-Stage Mineralization, Metallogenic Regularity, Migmatite, Prospecting Indicators, Western Yunnan

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

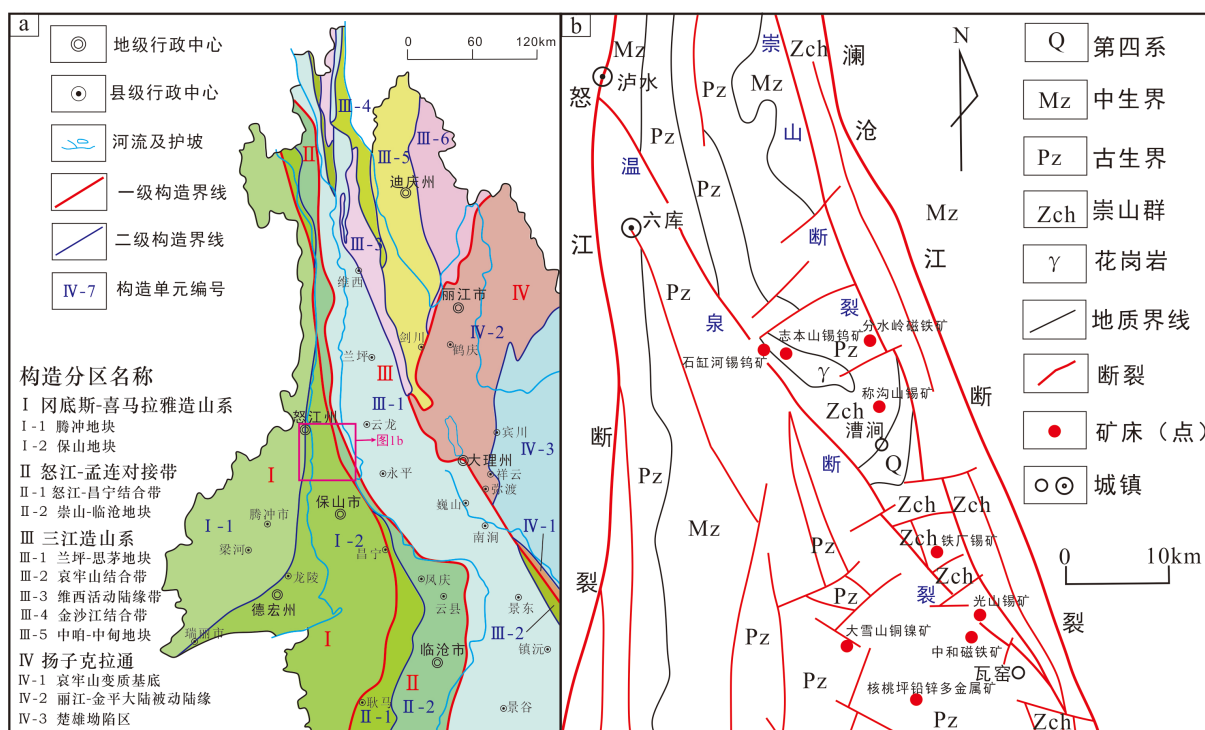
## 1. 引言

滇西“三江”地区地处特提斯-喜马拉雅成矿域东段,经历了复杂而强烈的构造-岩浆活动,是我国重要的锡多金属成矿带之一[1][2]。著名的东南亚锡矿带向北延伸进入云南后分为东西两支,云龙锡矿带即位于东支(滇泰锡矿带)的北段,是带内重要的锡(钨)矿集区,分布有铁厂、石缸河、志本山等大、中型矿床[3]。

长期以来,关于云龙锡矿的成因存在混合岩化成矿与花岗岩成矿的争论[4]-[6]。早期观点认为锡矿化与崇山群变质岩的混合岩化作用密切相关,成矿物质源自地层[7][8];另一种观点则强调成矿与燕山晚期-喜马拉雅期重熔型花岗岩侵入体的时空及成因联系[9][10]。近年来,随着高精度同位素定年(LA-ICP-MS 锆石 U-Pb、<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar)和流体包裹体等研究手段的应用,为厘清该矿床的成矿时代、流体演化及成因机制提供了关键证据[2][11]-[13]。本文旨在综合前人研究成果,特别是最新的年代学和地球化学数据,系统总结云龙锡矿的成矿规律,探讨其复合成矿过程,并提出更具针对性的找矿标志与预测区,以期指导区域找矿工作。

## 2. 区域成矿地质背景

云龙锡矿带构造上夹持于澜沧江深断裂与温泉大断裂之间,属于保山地块北缘[3](图 1)。区域地层主要为前寒武系崇山群深变质岩系(片麻岩、变粒岩、混合岩)和其上覆的古生界浅变质-未变质地层(砂板岩、碳酸盐岩)[14]。带内构造复杂,以北西向断裂为主,其中温泉断裂是区域上最重要的导岩、导矿构造,控制了岩浆岩带和矿带的展布[15]。岩浆活动具多期性,以燕山期-喜马拉雅期中酸性岩浆侵入最为强烈,形成了志本山复式花岗岩体等一系列与成矿密切相关的岩体[9][10]。



**Figure 1.** Tectonic location map of the Yunlong tin mining area (a) and simplified geological map of the region [16] (b)  
**图 1.** 云龙锡矿区构造位置图(a)和区域地质简图[16] (b)

三江特提斯域的演化经历了古特提斯闭合、中特提斯俯冲-碰撞到新特提斯俯冲-碰撞的复杂过程，复合造山作用导致了区内增生-碰撞造山岩浆热液型复合成矿系统的形成[1][2][16]。其中，晚白垩世-古近纪的构造-岩浆事件与云龙锡矿带的锡钨成矿作用关系最为密切[2][17]。

### 3. 矿床地质特征

云龙锡矿带由北部的石缸河、志本山矿段和南部的铁厂矿段等组成(图 1(b))。矿体主要呈脉状、透镜状产出，严格受断裂构造控制。

#### 3.1. 矿体分带与类型

根据含矿围岩、矿体形态和矿物组合，可将云龙锡矿带内矿体划分为三种矿床类型(表 1)。

**Table 1.** Comparison of characteristics of different ore belts in the Yunlong tin deposit

**表 1.** 云龙锡矿带各类型矿床特征对比

矿床类型	控矿构造	矿体形态	锡品位 (%)	矿物组合
锡石-石英-电气石细脉型	北东向、近南北向裂隙	脉带、网脉状	0.32~0.34	锡石 + 石英 + 电气石
锡石-石英-电气石-硫化物混合型	南北向、北西向断裂	脉状、复脉状	0.89~3.3	锡石 + 石英 + 电气石 + 毒砂 + 磁黄铁矿
角岩型	近南北向层间破碎带	似层状、透镜状	0.75~1.3	锡石 + 石英 + 长石 + 云母

- 1) 锡石 - 石英 - 电气石细脉型: 受北东向、近南北向裂隙控制, 品位较低, 具左行侧列特征。
- 2) 锡石 - 石英 - 电气石 - 硫化物混合型: 为主要矿床类型, 如铁厂的 22 号矿体。受南北向及北西向断裂控制, 呈富厚大脉产出, 品位较高。矿石中可见早期锡石 - 电气石 - 石英脉被晚期硫化物脉穿插、胶结, 显示多期成矿特征[18]。
- 3) 角岩型: 受近南北向层间破碎带控制, 呈似层状产出, 品位中等。

### 3.2. 矿石与围岩蚀变

矿石中金属矿物以锡石为主, 次为毒砂、黄铁矿、磁黄铁矿、白钨矿等。

脉石矿物有石英、电气石、长石、云母。围岩蚀变发育, 主要有硅化、电气石化、云英岩化、黄铁矿化、绢云母化等, 构成明显的蚀变分带。

## 4. 成岩成矿时代与期次

高精度同位素定年结果彻底改变了以往对成矿时代的模糊认识, 揭示了云龙锡矿带存在多期成矿作用(表 2)。

**Table 2.** Summary of diagenetic and metallogenic ages in the Yunlong tin ore belt  
**表 2.** 云龙锡矿带成岩成矿时代一览表

期次	岩石/矿石类型	成矿年龄 (Ma)	成岩年龄(Ma)	测试对象/方法	数据来源
加里东期	片麻状混合花岗岩	-	473.3	全岩 Rb-Sr	[8]
晚侏罗世	锡矿石	~145	-	锡石 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	[11]
早白垩世	黑云母花岗岩	-	$126.7 \pm 1.6$	锆石 U-Pb	[19]
晚白垩世	二云母花岗岩	-	$72.2 \pm 0.8 \sim 68.8 \pm 1.2$	锆石 U-Pb	[2] [20] [21]
晚白垩世	钨矿石 (五茶树)	$68.1 \pm 0.9 \sim 69.2 \pm 1.3$	-	白云母 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	[11]
始新世	钨矿石 (石缸河)	$38.8 \pm 0.6$	-	白云母 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$	[11]

注: ① ~145 Ma 锡成矿与 126.7 Ma 志本山花岗岩同属燕山早期构造 - 热事件, 岩体为成矿提供热液、物质与空间, 二者存在成因耦合; ② 晚白垩世成岩( $72.2 \sim 68.8$  Ma)与成矿( $69.2 \sim 68.1$  Ma)年龄高度重叠, 为典型成岩 - 成矿直接耦合; ③ 加里东期为矿源层形成期, 始新世为晚期构造叠加成矿。

1) 成岩时代: 志本山复式岩体由多期次侵入构成, 包括加里东期(~585.8 Ma)、早白垩世(~126.7 Ma) [19]和晚白垩世( $72.2 \pm 0.8$  Ma~ $68.8 \pm 1.2$  Ma) [2] [20] [21]的花岗岩。其中, 晚白垩世 S 型花岗岩(如漕涧二云母花岗岩)是保山地块首次发现的该期岩浆活动记录, 其形成与新特提斯洋东向俯冲引起的增厚地壳熔融有关[2] [17]。

2) 成矿时代: 邱华宁等(1994)通过  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  法精确厘定出三期成矿年龄: 锡矿化(~145 Ma)、五茶树钨矿化(~69 Ma)和石缸河钨矿化(~39 Ma) [11]。

3) 成岩成矿耦合: 早白垩世锡矿化(~145 Ma)可能与志本山花岗岩(~126.7 Ma)为同一构造 - 岩浆旋回的产物; 晚白垩世钨矿化(~69 Ma)与区域上广泛分布的晚白垩世 S 型花岗岩(~72 Ma)时代高度吻合, 表明其存在成因联系[2]; 而始新世钨矿化(~39 Ma)则可能与崇山剪切带的走滑活动引发的深部热液活动有关[2]。这表明云龙锡矿带是多期构造 - 岩浆事件叠加复合成矿的产物。

## 5. 矿床地球化学与成因探讨

### 5.1. 成矿物质来源

1) 硫同位素：矿石中硫化物的  $\delta^{34}\text{S}$  值集中于  $+6\text{‰}$ ~ $+9\text{‰}$ ，为正值且变化范围小，显示均一的壳源硫特征，与岩浆热液或混合岩化热液来源一致[7] [8] [10]。

2) 锆石微量元素：晚白垩世二云母花岗岩的锆石微量元素特征落入 S 型花岗岩区域，证实其源岩为地壳沉积物质[2]。

### 5.2. 成矿流体演化

流体包裹体和氢氧同位素研究表明[12] [13]：

1) 早期成矿阶段(对应电气石、早期石英)：流体为高温( $\geq 400^\circ\text{C}$ )、高盐度(31.0~38.0 wt% NaCl)， $\delta^{18}\text{O}$  和  $\delta\text{D}$  值落在岩浆水/变质水范围，表明流体主要来源于岩浆期后热液或混合岩化热液。

2) 晚期成矿阶段(对应晚期石英、硫化物)：流体温度降低( $300^\circ\text{C}$ ~ $400^\circ\text{C}$ )， $\delta\text{D}$  值显著降低( $-112\text{‰}$ ~ $-92\text{‰}$ )，显示有大量大气降水的混入。不同比例流体的混合导致了物理化学条件的改变和矿质的沉淀。

### 5.3. 混合岩化与成矿关系

区内岩石锡含量随混合岩化强度增强而增高，从片麻岩( $\sim 40 \times 10^{-6}$ )到均质混合岩( $\sim 217 \times 10^{-6}$ ) [4]，表明混合岩化过程中锡发生了活化、迁移和初步富集。崇山群作为初始矿源层，为最终成矿奠定了物质基础[7] [8]。

### 5.4. ~145 Ma 成矿与~126.7 Ma 岩体成因探讨

~145 Ma 的锡矿化年龄与志本山岩体早白垩世侵入年龄(~126.7 Ma)之间存在约 18 Myr 的时差[22]。对此，可能存在三种成因模式：

1) 同一构造 - 热事件的不同阶段：区域上晚侏罗世 - 早白垩世存在一期广泛的构造 - 岩浆活化事件 [23]。~145 Ma 的锡矿化可能代表了该事件早期的热液活动，而此时深部岩浆房尚未固结，仍能持续提供热量和部分流体；~126.7 Ma 的花岗岩侵入则是该事件晚期的岩浆记录。二者虽非直接同期，但属于同一伸展背景下的连续演化产物[24] [25]。

2) 深部未暴露的隐伏岩体：~145 Ma 的成矿可能由深部尚未剥露的、年龄更老的隐伏花岗岩体所导致。该岩体目前未被地表地质发现，但地球物理(如重力、磁法)异常暗示深部可能存在高密度体，值得进一步探测[26]。

3) 混合岩化热液的独立成矿：部分学者认为[7] [8]，~145 Ma 的锡矿化可能与加里东期混合岩在燕山早期构造热事件中再次活化释放成矿流体有关，而不一定直接与早白垩世花岗岩有关[27]。此时，混合岩本身作为热源和矿源，形成了独立的锡石 - 石英 - 电气石脉。

目前有限的同位素和流体证据更倾向于第一种模式，即~145 Ma 与~126.7 Ma 属于同一个宽泛的构造 - 岩浆热事件(~150~120 Ma)，但二者之间的精确成因联系仍需更多高精度定年和地球化学示踪工作加以验证[22] [25]。

### 5.5. 矿床成因模型

综上所述，云龙锡矿带是一个与多期构造 - 岩浆事件有关的复合成因矿床。

- 1) 矿源层形成：前寒武纪崇山群火山 - 沉积建造提供了初始锡等成矿物质[7]。
- 2) 加里东期混合岩化：区域变质和混合岩化作用使成矿物质初步富集，形成含锡量较高的混合岩 [8]。
- 3) 燕山晚期 - 喜山早期多期岩浆热液成矿：晚侏罗世 - 早白垩世和晚白垩世，伴随地壳重熔形成的 S 型花岗岩侵入，岩浆期后热液萃取混合岩及深部物质中的成矿元素，沿构造裂隙运移、充填交代，形成锡石 - 石英 - 电气石型矿床。始新世，伴随崇山剪切带走滑活动，深部热液上涌，叠加形成钨矿化，并对早期矿体进行改造[2] [11]。整个过程中，早期以岩浆水/变质水为主，晚期有大气降水混入，导致矿质沉淀[12] [13]。

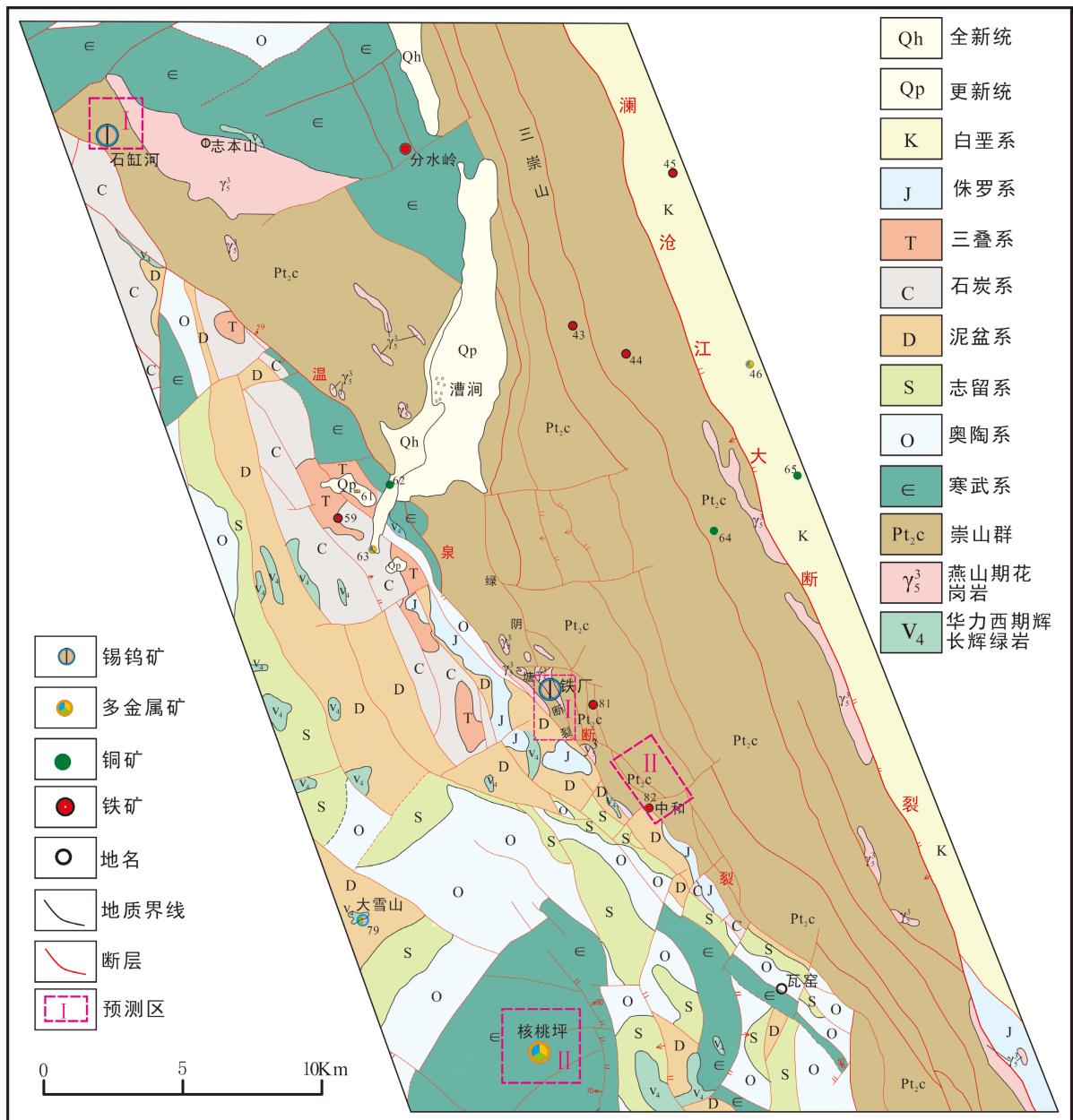


Figure 2. The metallogenic regularity and prospecting prediction map of Yunlong tin ore belt  
 图 2. 云龙锡矿带成矿规律与找矿预测图

## 6. 找矿标志与成矿预测

### 6.1. 找矿标志

在原有标志基础上, 结合最新认识, 提出以下综合找矿标志:

- 1) 构造标志: 温泉断裂及其次级断裂(如绿阴塘断裂)发育地带, 尤其是多组断裂交汇、产状变化及断裂破碎带发育部位。
- 2) 岩浆岩标志: 燕山晚期-喜山早期细粒白云母花岗岩、二云母花岗岩岩株、岩脉及其内外接触带, 特别是富含电气石、萤石等挥发分矿物的岩体[9]。
- 3) 蚀变标志: 电气石化、云英岩化、硅化、黄铁矿化等蚀变强烈且叠加的地段。
- 4) 地球化学标志: Sn、W、Be、Bi、B 等元素组合异常, 特别是具浓度分带的异常区[28]。
- 5) 地球物理标志: 高精度磁法、激电测量圈定的低阻高极化异常体, 可能与含硫化物矿体有关。
- 6) 地层与岩性标志: 崇山群混合岩(特别是均质混合岩)及上寒武统核桃坪组砂板岩分布区。

### 6.2. 成矿预测区

在充分研究区域成矿规律和找矿标志的基础上, 结合物化探异常, 重新厘定以下重点成矿预测区:(图 2)

#### 1) I 类预测区(找矿潜力大):

石缸河深部及外围: 位于志本山岩体北西端外接触带, 是已知石缸河钨锡铍矿床的深部和外围延伸。化探异常显示 W-Sn-Bi 组合, 地表已发现新矿化带, 深部寻找隐伏岩体接触带型矿体前景巨大[28] [29]。

铁厂绿阴塘矿段深部及南延: 矿区主矿体(如 22 号)的深部及沿绿阴塘断裂向南延伸等地段, 具有与已知矿床相似的构造、蚀变和地球物理异常[4] [18]。

#### 2) II 类预测区(找矿前景较好):

松坡-光山-中和一带: 位于温泉断裂东侧, 分布有矽卡岩型铁矿, 其深部可能存在与晚期酸性岩体有关的 W、Be、Sn 矿化, 是寻找矽卡岩-云英岩型钨锡多金属矿的有利地段[16]。

核桃坪矿集区深部: 该区以矽卡岩型铅锌矿为主, 近年工作在深部发现含 W 高的石英斑岩脉, 暗示深部可能存在与隐伏酸性岩体有关的钨铍矿化[16]。

## 7. 结论

1) 成矿多期性: 云龙锡矿带经历了晚侏罗世-早白垩世(~145 Ma)、晚白垩世(~69~72 Ma)和始新世(~39 Ma)三期主要成矿事件, 是多期构造-岩浆热液叠加复合成矿的典型范例。

2) 控矿因素: 构造(温泉断裂系)、岩浆岩(燕山晚期 S 型花岗岩)和地层(崇山群矿源层)三位一体共同控制了矿床的时空分布和就位。

3) 成因机制: 成矿物质主要来自壳源。成矿流体经历了从早期高温岩浆水/变质水向晚期与大气降水混合的演化过程。

4) 找矿方向: 燕山晚期-喜山早期隐伏花岗岩体的内外接触带、多组断裂交汇部位、强烈的 W-Sn-Be-B 组合化探异常及多种蚀变叠加区是下一步找矿的重点靶区, 石缸河外围、铁厂深部及松坡-核桃坪深部具有良好找矿前景。

## 参考文献

- [1] 邓军, 王庆飞, 李龚健. 复合造山和复合成矿系统: 三江特提斯例析[J]. 岩石学报, 2016, 32(8): 2225-2247.

- [2] 廖世勇, 王冬兵, 唐渊, 等. “三江”云龙锡(钨)成矿带晚白垩世二云母花岗岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年及其地质意义[J]. 岩石矿物学杂志, 2013, 32(4): 450-462.
- [3] 罗君烈. 滇西锡矿的花岗岩类及其成矿作用[J]. 矿床地质, 1991, 10(1): 81-96.
- [4] 张文源. 滇西云龙锡矿花岗岩的成岩机制和成矿作用[J]. 昆明工学院学报, 1990(6): 1-8.
- [5] 张位及. 滇西云龙锡矿带花岗岩及其成矿[J]. 云南地质, 1984, 3(2): 141-149.
- [6] 王根, 杜俊声, 孙琪清, 等. 云龙锡矿带主要造岩矿物、矿石矿物特征及成因探讨[J]. 云南地质, 1984, 3(4): 326-334.
- [7] 陆建军, 朱金初, 刘昌实, 等. 滇西云龙混合岩及其与锡矿化的关系[J]. 大地构造与成矿学, 1989, 13(3): 264-275.
- [8] 胡泽宁. 云龙锡矿独特的矿床地质特征[J]. 地球化学, 1985, 14(1): 67-74.
- [9] 张文源. 滇西云龙锡矿带花岗岩演化特征与锡矿成因探讨[J]. 矿产与勘查, 1989(4): 8-13.
- [10] 张文源. 云龙铁厂锡矿成矿的几个问题[J]. 云南地质, 1989, 8(1): 24-35.
- [11] 邱华宁, 戴檀谟, 蒲志平. 滇西泸水钨锡矿床  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  法成矿年龄研究[J]. 地球化学, 1994(S1): 93-102.
- [12] 于际民, 蒋少涌, 潘家永, 等. 滇西云龙锡矿流体包裹体及稳定同位素研究[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2001, 20(4): 373-375.
- [13] 于际民, 蒋少涌, 潘家永, 等. 滇西云龙锡矿成矿流体演化的氢、氧同位素证据[J]. 地质论评, 2002, 48(S1): 250-255.
- [14] 刘伟宁. 云龙锡矿带断裂的特征及控矿作用[J]. 昆明工学院学报, 1990, 15(1): 14-22.
- [15] 戴清明. 云龙锡矿带断裂构造分级控矿特征[J]. 昆明工学院学报, 1987(3): 9-21.
- [16] 张金学, 徐恒, 姜永果, 等. 滇西保山地块北端温泉断裂构造-岩浆带成矿系统以及铍矿化特征初探[J]. 地球科学前沿, 2021, 11(6): 729-746.
- [17] Xu, Y.G., Yang, Q., Lan, J., Luo, Z., Huang, X., Shi, Y., *et al.* (2012) Temporal-Spatial Distribution and Tectonic Implications of the Batholiths in the Gaoligong-Tengliang-Yingjiang Area, Western Yunnan: Constraints from Zircon U-Pb Ages and Hf Isotopes. *Journal of Asian Earth Sciences*, **53**, 151-175. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2011.06.018>
- [18] 刘伟宁, 梁永宁. 云龙锡矿床的构造-地球化学特征[J]. 地球化学, 1988(1): 62-68.
- [19] 陶琰, 朱飞霖, 马言胜, 等. 保山地块志本山花岗岩锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年[J]. 矿物学报, 2009, 29(S1): 329.
- [20] 禹丽, 李龚健, 王庆飞, 等. 保山地块北部晚白垩世岩浆岩成因及其构造指示[J]. 岩石学报, 2014, 30(9): 2709-2724.
- [21] 孙柏东, 王晓林, 黄亮, 等. 保山地块漕涧复式岩体晚白垩世花岗岩地球化学特征及锆石 U-Pb 年代学意义[J]. 地质通报, 2018, 37(11): 2099-2111.
- [22] Wang, D., Liu, Y., Leng, C., Zhen, S., Wang, Q., Song, X., *et al.* (2024) Cassiterite and Monazite U-Pb Dating, and Cassiterite Geochemistry of the Shiganghe and Tiechang Tin Deposits in the Baoshan District (NW Yunnan), SW China. *Mineralium Deposita*, **59**, 1679-1701. <https://doi.org/10.1007/s00126-024-01293-0>
- [23] 邓军, 侯增谦, 莫宣学, 等. 三江特提斯复合造山与成矿作用[J]. 矿床地质, 2010, 29(1): 37-42.
- [24] Li, Y.S., Wang, N. and Wen, H.Z. (2025) Geochemical Characteristics and Timing of Sn Mineralization from Yunling Tin Deposits, SW China: Insights for Ore-forming Processes. *Geological Journal*, **61**, 832-847. <https://doi.org/10.1002/gj.70012>
- [25] 孙祥, 邓军, 路雷雷, 等. 滇西南与花岗岩有关的锡矿床时空分布与成矿作用[J]. 地质学报, 2023, 97(11): 3550-3568.
- [26] 毕晓路, 伍建毓, 柏杨, 等. 滇西云龙锡矿带成矿规律及找矿方向[J]. 云南地质, 2025, 44(1): 56-62.
- [27] Jia, Z., Li, W., Sha, J., Li, S., Chen, F. and Deng, M. (2025) Genesis of the Yunlong Sn Deposit in the Chongshan Shear Zone, Western Yunnan, SW China. *Journal of Geochemical Exploration*, **271**, Article 107690. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2025.107690>
- [28] 殷伟, 夏建峰. 云南泸水县石缸河钨锡矿特征及找矿前景[J]. 云南地质, 2020, 39(2): 224-229.
- [29] 戚林坤, 孔云丽, 段红达. 云南泸水外岩房钨锡矿床地质特征[J]. 云南地质, 2013, 32(4): 439-442.