

金牙微细浸染型金矿地质特征及其控矿因素研究

黄东哲

桂林理工大学地球科学学院, 广西 桂林

收稿日期: 2023年3月1日; 录用日期: 2023年4月8日; 发布日期: 2023年4月18日

摘要

广西凤山县金牙金矿床地处滇黔桂“金三角”地区, 是桂西北地区典型的微细浸染型金矿床之一。文章综合分析了矿区地质概况、矿区构造样式、矿体产出位置等, 认为矿体产出受近SN向褶皱控制。矿区断裂、褶皱均较为发育, 其中近SN向断裂为矿区的主要控矿构造。通过对矿体产出形式、矿体分布特征及构造作用阶段与成矿阶段的对应关系等进行综合分析, 认为构造控矿是控制该矿区矿体产出的主要控矿形式。

关键词

金矿床, 地质特征, 控矿构造, 金牙

Study on Geological Characteristics and Ore-Controlling Factors of Jinya Micro-Disseminated Gold Deposit

Dongzhe Huang

College of Earth Sciences, Guilin University of Technology, Guilin Guangxi

Received: Mar. 1st, 2023; accepted: Apr. 8th, 2023; published: Apr. 18th, 2023

Abstract

The Jinya gold deposit in Fengshan County, Guangxi is located in the “Golden Triangle” area of Yunnan, Guizhou and Guangxi, and is one of the typical micro-disseminated gold deposits in northwest Guangxi. The paper comprehensively analyzes the geological situation, structural style

and occurrence position of the orebody in the mining area, and considers that the occurrence of the orebody is controlled by the near-SN fold. The faults and folds in the mining area are relatively developed, and the near-SN fault is the main ore-controlling structure in the mining area. Through comprehensive analysis of the orebody occurrence form, orebody distribution characteristics and the corresponding relationship between tectonic stage and mineralization stage, it is considered that structural ore-controlling is the main ore-controlling form controlling the orebody occurrence in the mining area.

Keywords

Gold Deposit, Geological Features, Ore-controlling Structure, Jinya

Copyright © 2023 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

桂西北地区位于我国著名的滇黔桂“金三角”，是广西最主要的微细浸染型金矿分布区域，广西凤山县金牙金矿床是桂西北地区典型的微细浸染型金矿床之一[1]。前人对金牙金矿床的成矿物质来源[2] [3] [4]、成矿流体[5] [6]、构造特征、控矿特征[7] [8]、成矿作用[9]、金的赋存状态及有机质对成矿的影响[10] [11]等进行了大量研究，并通过地电提取法对矿床进行找矿预测[12]。但对金牙金矿床的研究多是在 90 年代及本世纪初，近几年的研究成果多集中在地球化学方面，对构造方面的研究较少。本文在总结前人研究成果的基础上，对金牙金矿床的地质特征、矿体特征及控矿构造进行系统分析，认为受构造控制是控制金牙金矿床矿体展布的主要形式，并以此为依据，为矿区进一步找矿提供建议。

2. 矿区地质特征

金牙金矿床大地构造位置位于扬子准地台西南，右江盆地凌云隆起东北缘[13]，区内出露地层为泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系等。区域上可将其分为隆起区和坳陷区两个构造单元，其中凌云隆起区主要出露泥盆系 - 下三叠统罗楼群灰岩，其东北缘坳陷区则一中三叠统陆源碎屑岩为主，在区域构造作用下，两者的主构造线方向、构造形态特征差异较为明显[8]。

2.1. 矿区地层

矿区范围内出露的地层有中三叠统河口组下段、中三叠统百逢组、下三叠统罗楼组、上二叠统及中二叠统茅口组(图 1) [8]，自上而下为：

1) 中三叠统河口组下段(T_2h^1)

该层以含钙泥岩、含钙粉砂质泥岩夹粉砂岩团块和中厚层 - 厚层状细砂岩夹粉砂岩、泥岩为主，顶部可见灰色条带状泥灰岩夹泥质条带，下部含生物层。该层鲍马序列 A、B、C、E、F 层段发育，C 层段的波状纹层显著发育，与下伏百逢组上段整合接触。

2) 中三叠统百逢组上段(T_2b^3)

以薄层状泥岩、钙质泥岩夹泥质粉砂岩和中厚层状细砂岩为主，水平层理较为发育，部分细砂岩、粉砂岩底部见有槽模构造。该层鲍马序列 C-D-E 层段序列较为发育，并有小断层出现，夹有生物化石层，与下伏百逢组中段整合接触。

3) 中三叠统百逢组中段(T_2b^2)

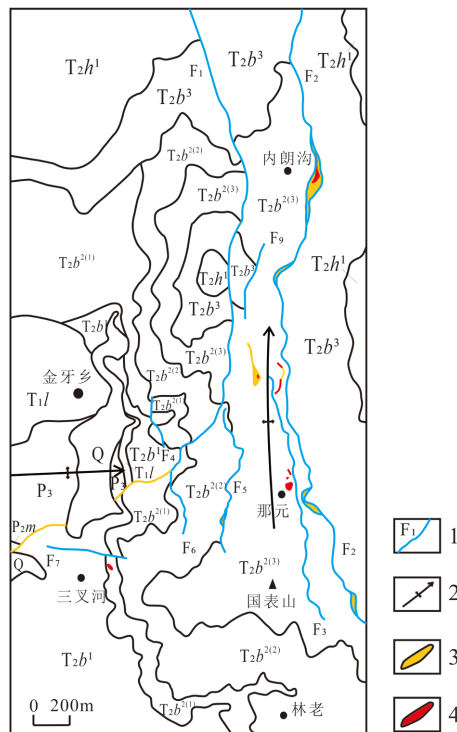
为矿区的主要地层,是矿化的有利层位。以泥岩、粉砂质泥岩为主,夹粉砂岩和细砂岩团块,局部夹灰岩透镜体,岩性整体上较单一,但局部变化大,且变化无规律;局部地段含生物化石,化石常紊乱地夹于泥岩中,说明沉积环境不平静。

本段在矿化地段内由上至下可细分为三个分层:

① $T_2b^{2(3)}$: 以灰色、深灰色粉砂质泥岩、白云质泥岩及含砾泥岩夹泥质粉砂岩和泥质细砂岩团块为主,局部夹浅灰色灰岩透镜体。上部层理不发育,仅局部呈薄-中厚层状构造,中部夹一层不稳定的生物碎屑粉砂质、泥岩,底部为灰色泥质细砂岩至粉砂质泥岩,中厚层状,层理发育。那元-拉地一带具不均匀黄铁矿化,构造破碎地带并具毒砂化和金矿化,是矿区的主要赋矿层位。

② $T_2b^{2(2)}$: 上部为灰色、绿黄色粉砂质泥岩、泥岩夹泥质粉砂岩,普遍含白云质,局部含菱铁矿,厚层-块状构造,由粉砂岩条带构成的微层理较为发育,局部揉曲构造发育;下部为灰色、灰黄色白云质泥岩、含粉砂白云质泥岩,夹少量粉砂岩条带。该层厚度 50~126 m。是金矿化的有利层位之一。

③ $T_2b^{2(1)}$: 上部为灰色、灰黄色含白云质泥岩、粉砂质泥岩夹少量泥质粉砂岩,层理不发育,厚层至块状构造;中部为灰色含白云质泥岩,局部夹粉砂岩透镜体,微层理发育;下部为深灰色薄层状泥岩夹泥质粉砂岩或泥质细砂岩透镜体,水平微层理发育,局部揉皱构造发育。该层厚度 25~99 m,与下伏百逢组下段砂岩整合接触,因与下伏砂岩岩性强度差别大,容易形成层间破碎带,并具弱硅化、黄铁矿化、弱毒砂化及金矿化。



Q——第四系残积层; T_2h^1 ——河口组下段; T_2b^3 ——百逢组上段; $T_2b^{2(3)}$ ——百逢组中段 1 分层; $T_2b^{2(2)}$ ——百逢组中段 2 分层; $T_2b^{2(1)}$ ——百逢组中段 3 分层; T_2b^1 ——百逢组下段; T_1l ——下三叠统罗楼组; P_3 ——上二叠统; P_2m ——中二叠统茅口组; 1——断层; 2——褶皱; 3——破碎带; 4——矿体

Figure 1. Structural geological map of Jinya gold mining area (Revised from reference [8])

图 1. 金牙矿区构造地质简图(修改自文献[8])

4) 中三叠统百逢组下段(T₂b¹)

以 F1 为界, 两侧变化较大:

① F1 以北: 厚度 43~107 m, 层厚由南往北由薄变厚, 以块状泥质细砂岩、中厚层 - 厚层状细砂岩夹深灰色薄层泥岩、薄层 - 中厚层状泥岩夹粉砂岩和细砂岩为主, 水平层理发育, 下部生物化石较为丰富。该层与下伏罗楼组整合接触;

② F1 以南: 厚度大于 164 m, 以中厚层 - 块状细砂岩夹薄层泥岩 - 粉砂岩、薄层状 - 中厚层状泥岩夹泥质粉砂岩及细砂岩为主, 其间夹有一厚 10 m 左右的滑塌层, 厚度约为 106 m。该层夹少量薄层生物化石层, 下部具典型浊积岩特征, 具鲍马序列 B-C-E 层段序列, 水平层理发育, 与下伏地层呈断层接触[11]。

5) 下三叠统罗楼组(T₁1)

该层以薄层状硅质、钙质泥岩、生物碎屑灰岩及薄 - 中厚层状泥岩夹泥灰岩为主, 其顶部见有一层深灰色中厚层瘤状、疙瘩状泥灰岩, 厚 20~30 cm, 中下部生物化石丰富, 主要为菊石化石。该层自南往北由薄变厚, 与下伏上二叠统整合接触。

6) 上二叠统(P₃)

该层以中厚层 - 块状构造白云质灰岩为主, 局部层理发育, 中部及下部生物化石丰富。该层南厚北薄, 北部普遍夹燧石条带, 杭东一带见铁铝岩层夹薄煤层。与下伏茅口阶平行不整合接触。

7) 中二叠统茅口组(P₂m)

主要分布于矿区西侧, 构成金牙鼻状背斜的核部, 层厚大于 101 m, 多为厚层 - 块状生物灰岩。

2.2. 矿区构造

金牙金矿区断裂、褶皱均较为发育, 褶皱构造可分为近 SN 向和近 EW 向两组, 断裂构造绝大部分为近 SN 向。受 F1 断层影响, 矿区形成了一条近南北向的构造带。

2.2.1. 褶皱

区内褶皱较为发育, 从展布形式上大体可划分为两组, 一组为近 SN 向, 一组为近 EW 向, 前者是矿区的主要褶皱构造。

1) 近 SN 向褶皱: 由一系列 NNW 向至 NNE 向小型褶曲组成, 呈带状分布, 其中规模较大的背斜有那元背斜和连舍坡向斜。此外有大量走向 NNW 向或 NNE 向小褶皱, 数量较多, 规模相对较小, 形态相似[11]。

2) 近 EW 向褶皱: 可能为早期残留构造, 区内近 EW 向褶皱有金牙鼻状背斜, 为一开阔型背斜, 核部为中二叠统茅口组块状生物灰岩及礁灰岩, 矿区范围内仅可见背斜东部倾伏端[14]。

2.2.2. 断裂

区内断裂以近南北向为主, 有 F1、F2、F3、F4、F5、F6、F9 号断层, 其中 F1、F2、F3 这三条断裂为区内主断裂。东西向断裂是矿区的次要断裂, 已知的只有 F7 断层。

1) F1 断裂

F1 断裂为一同沉积断裂, 是区内主断裂及主要导矿、控矿构造。F1 断裂具张扭性, 其地表走向自南向北由 NE 向近 SN 向变化, 倾向 SE 至 E, 倾角 50°~75°。破碎带宽 4~10 m, 多被浮土掩盖, 带内常见有较弱的硅化、黄铁矿化等。F1 断裂在同沉积完成之后又经历早期的压扭性构造活动和晚期的张扭性构造活动, 多次构造活动以及伴随的地下热水活动和成矿作用, 使成矿热液通过 F1 通道在扩容带及低压带(断裂破碎带、节理裂隙发育带及背斜虚脱部位)等成矿有利部位富集成矿, 起到了很好的导矿、控矿作用[14]。

2) F2 断裂

F2 断裂是矿区的主要容矿构造之一。F2 断裂长度大于 7.5 km, 倾向总体向东, 倾角 39°~58°, 破碎

带宽窄变化较大, 宽 1~62 m, 是一具叠加改造性质的断裂破碎带。F2 总体为张扭性断层, 与 F1 一起控制了矿区的断裂构造。

3) F3 断裂

F3 断裂也是矿区内的主要控矿断裂之一。F3 断裂长 1.3 km, 倾向向东, 倾角 40°~50°, 破碎带宽 1~13 m, 其与 F1、F2 一样经历了多期次活动, 断裂及其旁侧围岩矿化现象强烈, 主要表现为较弱的褐铁矿化、硅化等, 局部具有金矿化。

2.2.3. 层间破碎构造

层间破碎构造也是矿区的重要构造类型, 是伴随 F1 上盘斜落诱导出来的深部构造, 因挤压构造作用, 使强度不均的砂岩、泥岩互(夹)层发生层间破碎虚脱而形成, 带内及其旁侧具硅化、黄铁矿化、毒砂化和金矿化等矿化蚀变, 为成矿的有利部位[14]。

2.3. 岩浆岩

区内未发现岩浆岩出露, 仅在下三叠统罗楼群中、上部夹有凝灰岩, 呈层状产出。

2.4. 变质作用和热液蚀变

区内变质作用不明显, 在褶皱和断裂作用下变质作用主要表现为动力变质, 形成角砾岩、挤压破碎带、压碎泥岩及压碎粉砂岩等。热液蚀变表现为中低温热液蚀变, 主要分布于构造破碎带及其旁侧的百逢组中下段, 主要有黄铁矿化、毒砂化、辉锑矿化、雄黄矿化和硅化[13]。

3. 矿床特征

3.1. 矿床基本特征

金牙金矿床总体呈近南北向延伸, 区内矿体均产出在 F1、F2 两条主要断裂之间, 呈上窄下宽、北窄南宽的特征, 其规模明显受两条主要断裂控制。矿床中矿化强度不均, 自北向南可分为内朗沟矿段、那元矿段、林老矿段三个矿段, 主要工业矿体集中在那元矿段, 林老矿段与内朗沟矿段矿体较为分散, 矿化强度也相对较弱。

金牙金矿床的矿体主要产出于中三叠统百逢组中段的一套浊积碎屑岩内。矿石矿物主要为毒砂、黄铁矿、石英、碳酸盐类矿物及粘土矿物等, 矿石结构主要为碎屑结构、压碎结构、粒状结构等, 矿石构造主要为层状构造、角砾状构造、浸染状构造等[15] [16]。

3.2. 矿体产出形式

金牙矿区的矿体分布受断裂控制, 多数矿体产于 F1、F2 断裂派生的次级断裂、层间滑动断层和小背斜虚脱部位; 部分产于主断裂破碎带中。由于矿体产出的部位不同, 表现出来的形态、产状也存在着明显的差异。综合整个矿区矿体特征可以划分三种矿体产出形式。

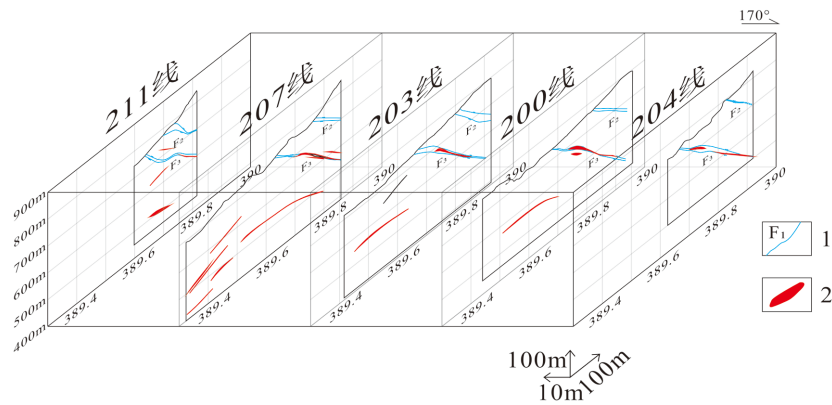
- 1) 产状与 F1 相反, 位于 F1 与 F2 之间, 受向西倾斜的断裂裂隙带控制, 矿体呈脉状、透镜状产出。
- 2) 主要产出于 F2 断裂破碎带之中和其下盘附近; 矿体呈似层状、透镜状等。
- 3) 产状平缓, 受开阔背斜轴部层间破碎、裂隙所控制, 尤其在岩性差异大的层间最有利形成该型式矿体; 矿体形态以似层状为多、少数为透镜状。

3.3. 矿体分布特征

为认识矿体的分布特征和矿体产出形式, 选取那元矿区南部 200 线、203 线、204 线、207 线、211

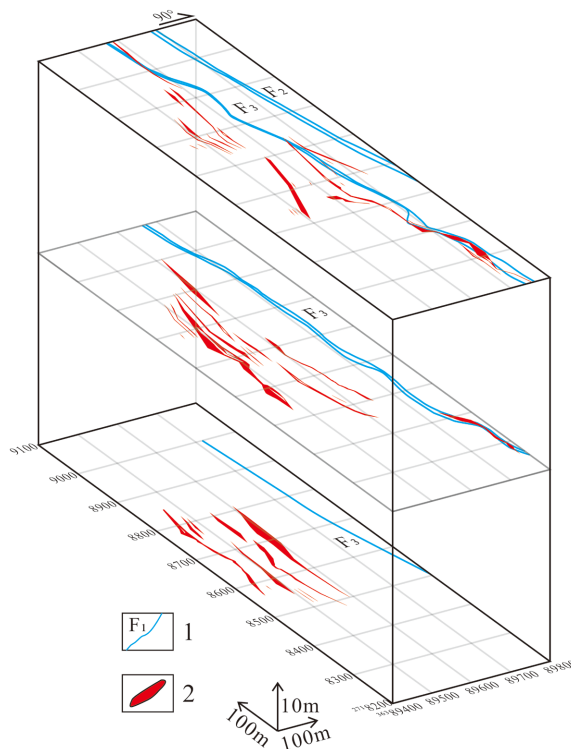
线勘探线剖面编制联合勘探线剖面图(图 2)。由图 2 可知:

- 1) 矿体多呈脉状、似层状、透镜状产出。
- 2) 矿体呈 3 种形式产出: ①: 受 F3 断层控制, 位于 F3 断裂破碎带之中及其下盘附近; ②: 位于 F3 西侧, 受向西倾斜的断裂裂隙带控制; ③: 产状平缓, 位于那元背斜轴部, 背斜形成的裂隙和层间破碎控制其产出。
- 3) 矿体走向为近南北向, 与 F2、F3 等断层走向一致, 显示其产出受断裂控制。



1——断层; 2——矿体

Figure 2. Profile of joint exploration line in Nayuan mining area
图 2. 那元矿区联合勘探线剖面图



1——断层; 2——矿体

Figure 3. Plan of joint middle section of Nayuan mining area
图 3. 那元矿区联合中段地质平面图

选取那元矿区 688、648、608 典型中段编制联合中段地质平面图(图 3)。由图 3 可知:

- 1) 矿体多呈脉状、透镜状产出。
- 2) 矿体可大致分为两种产出形式: ①: 受 F3 断层控制; ②: 受向西倾斜的断裂裂隙带控制。
- 3) 矿体走向为近南北向, 与 F2、F3 等断层走向一致, 显示其产出受断裂控制。

4. 控矿因素研究

4.1. 控矿类型

按照构造控矿类型进行区分和分类, 可将金牙矿区构造控矿分为 2 个一级、4 个二级控矿构造类型: 一级控矿类型为褶皱构造控矿、断裂构造控矿; 二级控矿类型为转折端构造控矿、主断裂构造控矿、次级断裂构造控矿、层间构造控矿。

4.2. 成矿构造演化

金牙矿区的成矿构造演化可分为两期三阶段, 成矿前包含一个阶段: 早二叠世到中三叠世, EW 向拉张形成区内裂陷盆地活动, 表现为同生断层。成矿期包含两个阶段: 第一阶段: 中三叠世末至晚三叠世, SN 向、EW 向挤压形成了区内的金牙背斜、那元背斜及 SN 向主断裂, SN 向主断裂进一步产生压扭性活动, 并见有 X 节理派生。该阶段为金矿化 - 黄铁矿化 - 毒砂化阶段; 第二阶段: 发生于白垩纪, 在该阶段, 受张扭性构造活动叠加影响, 派生的 X 节理形成 SN 向次级断裂, 背斜转折端形成破碎带, 构造叠加部位见含金石英脉、含金方解石脉充填。该阶段为金矿化 - 石英化 - 方解石化阶段, 为矿区的主要成矿阶段。

4.3. 构造对成矿的控制

区内金矿体主要呈脉状、透镜状、似层状, 产出于 F2、F3 等近 SN 向主断裂、近 SN 向次级断裂、断裂裂隙及断裂破碎带、褶皱轴部的层间破碎、裂隙中, 表明了构造对区内成矿有明显的控制作用。

1) 区内金矿体主要分布在近 SN 向褶皱那元背斜轴部层间破碎、裂隙及东西两翼, 背斜东翼矿体倾向向 E, 背斜西翼矿体倾向向 W, 表明矿体总体产出特征受那元背斜控制。

2) F2、F3 等近 SN 向主断裂和近 SN 向次级断裂是区内主要的导矿构造和容矿构造, 其次为背斜轴部层间破碎、裂隙和向西倾斜的断裂裂隙带。

3) 成矿期第二阶段, 第一阶段派生的 X 节理受张扭性活动作用形成近 SN 向次级断裂, 在与第一阶段压扭性活动的构造叠加部位发生矿化叠加, 矿化强度明显增强, 在早期 E 倾矿体和 W 倾矿体附近可发现与其倾向相反的矿体。

5. 结论

根据对金牙微细浸染型金矿床的研究分析, 总结出以下认识:

1) 金牙金矿床位于扬子准地台西南, 右江盆地凌云隆起东北缘, 矿区范围内出露的地层有中三叠统河口组下段、中三叠统百逢组、下三叠统逻楼组、上二叠统及中二叠统茅口组, 其中矿体主要分布于那元矿段, 内朗沟矿段、林老矿段也有分布, 但矿化程度相对较弱。矿体形态多为脉状、透镜状、似层状, 可划分为三种产出形式。

2) 按照构造控矿类型进行区分和分类, 将金牙矿区构造控矿分为 2 个一级、4 个二级控矿构造类型。

3) 金牙矿区成矿构造的演化可分为两期三阶段, 其中成矿期可分为两个阶段: 第一阶段为金矿化 - 黄铁矿化 - 毒砂化阶段; 第二阶段为金矿化 - 石英化 - 方解石化阶段。成矿期内第二阶段为矿区内的主

要成矿阶段。

4) 构造控矿是金牙矿区内主要控矿作用。矿区内矿体总体产出特征受那元背斜控制, F1、F2、F3等SN向主断裂和由X节理形成的近SN向次级断裂是矿区内主要的导矿构造和容矿构造, 其在成矿期经历的第一阶段压扭性作用与第二阶段张扭性作用分别控制两个阶段的矿化, 张扭性作用叠加于压扭性作用中, 其构造叠加部位发生矿化叠加, 矿化强度明显增强, 且早期矿体附近可发现倾向相反的矿体。

参考文献

- [1] 方耀奎. 广西凤山金牙金矿床——我国独特的卡林型金矿床[J]. 广西地质, 1992, 5(2): 41-48.
- [2] 李欣航. 桂西北金牙卡林型金矿成矿物质来源及演化机制[D]: [硕士学位论文]. 桂林: 桂林理工大学, 2022. <https://doi.org/10.27050/d.cnki.gglgc.2022.000174>
- [3] 祁士华, 殷鸿福. 广西金牙金矿金的来源探讨[J]. 地质科技情报, 1999, 18(2): 53-56.
- [4] 刘金钟, 范德廉. 桂西北金牙金矿床的物质来源探讨[J]. 矿床地质, 1992, 11(3): 233-240+266.
- [5] 祁士华, 殷鸿福, 柳建华. 广西金牙金矿含金流体的动力学迁移[J]. 地球科学, 1999, 24(3): 93-96.
- [6] 王红梅, 张文淮, 祁士华. 广西金牙金矿床的成矿流体[J]. 地质科技情报, 1998, 17(2): 51-54.
- [7] 李福春. 广西金牙金矿床形成条件浅析[J]. 矿产与地质, 1992, 6(1): 35-42.
- [8] 郭腾飞, 刘虎, 蔡明海, 彭振安, 汪明, 梁玲慧, 谭泽模, 唐龙飞. 广西金牙金矿床控矿构造特征及找矿前景[J]. 矿产与地质, 2013, 27(1): 12-20.
- [9] 吴伟. 桂西北金牙和那矿类卡林型金矿成矿作用[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学(北京), 2018.
- [10] 李福春, 叶荣. 金牙金矿载金矿物及金的赋存状态研究[J]. 矿产与地质, 1996, 10(5): 13-18.
- [11] 王红梅, 张文淮, 谢树成, 祁士华. 广西金牙金矿床的有机地球化学特征[J]. 岩石学报, 2000, 16(4): 602-608.
- [12] 张文博. 广西金牙矿区地电提取寻找隐伏金矿研究及找矿预测[D]: [硕士学位论文]. 桂林: 桂林理工大学, 2022.
- [13] 刘虎, 郭腾飞, 蔡明海, 彭振安, 汪明, 梁玲慧, 谭泽模, 唐龙飞. 广西金牙金矿地球化学特征及其找矿意义[J]. 华南地质与矿产, 2013, 29(2): 132-138.
- [14] 刘虎. 广西金牙金矿床地球化学特征及找矿远景研究[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西大学, 2013.
- [15] 郑浩, 蔡明海, 杨斌. 广西凤山金牙金矿床地质特征及成因初步分析[J]. 矿物学报, 2015, 35(S1): 264. <https://doi.org/10.16461/j.cnki.1000-4734.2015.s1.195>
- [16] 钱定福, 李玉衡, 李志生, 孙红惠. 金牙金矿床金的赋存状态研究[J]. 地质论评, 1988, 34(4): 361-368. <https://doi.org/10.16509/j.georeview.1988.04.009>