

广西佛子冲铅锌多金属矿田花岗岩特征及成矿时代

张宗靖^{1*}, 赵兵^{2#}

¹桂林理工大学地球科学学院, 广西 桂林

²广西壮族自治区矿产资源储量评审中心, 广西 南宁

收稿日期: 2026年2月25日; 录用日期: 2026年4月14日; 发布日期: 2026年4月24日

摘要

广西佛子冲铅锌多金属矿田是华南地区重要的铅锌多金属矿床之一, 矿田内广泛发育多期花岗岩, 其形成时代与时序关系对限定成矿背景和成矿时代具有重要意义。文章在系统整理佛子冲矿田已有LA-ICP-MS锆石U-Pb年代学数据的基础上, 对矿田内不同类型花岗岩的形成时代进行综合对比, 并结合典型矿床的空间展布及矿体-围岩关系, 探讨花岗岩对铅锌成矿的年代学约束。结果表明, 矿田内花岗岩可划分为三期: 早三叠世大冲花岗岩闪长岩(258.2 ± 3.2 Ma)、中侏罗世广平花岗岩(170 ± 6 Ma)及早白垩世晚期古益二长花岗斑岩(105.1 ± 1.7 Ma), 显示出明确的时序分带特征。龙湾、河三矿床为矽卡岩型铅锌矿床, 矿体赋存位置及蚀变特征指示其主要成矿作用受早白垩世晚期二长花岗斑岩控制。古益矿床其成矿过程晚于大冲花岗岩闪长岩侵位, 成矿地质体同样与二长花岗斑岩密切相关。佛子冲矿田铅锌成矿主要发生于105 Ma。系统梳理了花岗岩锆石U-Pb年龄数据, 为构建佛子冲矿田统一的花岗岩年代学框架及成矿时代限定提供了重要依据。

关键词

佛子冲铅锌多金属矿, 花岗岩, U-Pb年代学

Characteristics and Metallogenic Epoch of Monzonitic Granite Porphyry in the Fozichong Lead-Zinc Polymetallic Ore Field, Guangxi

Zongjing Zhang^{1*}, Bing Zhao^{2#}

*第一作者。

#通讯作者。

¹College of Earth Sciences, Guilin University of Technology, Guilin Guangxi²The Mineral Resources and Reserves Evaluation Center of Guangxi, Nanning Guangxi

Received: February 25, 2026; accepted: April 14, 2026; published: April 24, 2026

Abstract

The Fozichong Pb-Zn polymetallic ore field in Guangxi is one of the most important Pb-Zn metallogenic districts in South China. Multiple phases of granitoids are widely developed in the ore field, and their emplacement ages and temporal relationships are of fundamental significance for constraining the metallogenic setting and timing of mineralization. Based on a systematic compilation of previously published LA-ICP-MS zircon U-Pb geochronological data, this study compares the emplacement ages of different types of granitoids in the Fozichong ore field and, in combination with the spatial distribution of representative deposits and the relationships between ore bodies and host rocks, evaluates the chronological constraints of granitoids on Pb-Zn mineralization. The results indicate that the granitoids in the ore field can be divided into three stages: Early Triassic Dachong granodiorite (258.2 ± 3.2 Ma), Middle Jurassic Guangping granite (170 ± 6 Ma), and Late Cretaceous Guyi monzogranite porphyry (105.1 ± 1.7 Ma), showing a well-defined temporal sequence. The Longwan and Hesun deposits are skarn-type Pb-Zn deposits, and the occurrence of ore bodies and alteration characteristics indicate that the main mineralization was controlled by the Late Cretaceous monzogranite porphyry. The mineralization of the Guyi deposit postdated the emplacement of the Dachong granodiorite and is likewise closely related to the monzogranite porphyry. Pb-Zn mineralization in the Fozichong ore field mainly occurred at ~ 105 Ma. The systematic synthesis of zircon U-Pb ages of granitoids provides an important basis for establishing a unified granitoid geochronological framework and constraining the timing of mineralization in the ore field.

Keywords

Fozichong Pb-Zn Polymetallic Deposit, Granitoids, U-Pb Geochronology

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

广西佛子冲铅锌多金属矿床是我国华南地区重要的铅锌多金属矿床之一, 20 世纪 50 年代在广西梧州市苍梧县与岑溪县交界处被发现, 矿田内发育龙湾、河三、古益等 3 个矿床及多个矿化点和大面积的岩浆岩。花岗岩作为该矿田内重要的岩浆岩类型, 其形成时代及演化特征对于成矿背景具有基础性意义。锆石因其较高的封闭温度和对后期地质作用改造的良好抗性, 是研究花岗岩成岩时代及岩浆演化过程的良好载体。

本文结合现有的佛子冲铅锌矿田花岗岩的锆石 U-Pb 年代学研究, 梳理了佛子冲矿田的成矿花岗岩的时序关系; 同时对佛子冲铅锌矿的空间展布、矿体地质特征及其与花岗岩的关系进行了探讨, 结合前人的二长花岗斑岩锆石 U-Pb 年龄数据对佛子冲铅锌矿成矿时代进行限定。

2. 区域地质背景

佛子冲矿田位于扬子板块华夏板块与扬子板块结合带西南段, 岑溪 - 博白断裂带矿田断裂构造较为

发育[1]。主体分为二组：第一组是 NEE 向的牛卫断裂系；第二组是 SN 向的佛子冲断裂系[2]。矿田内出露的主要地层是加里东基底的早古生代奥陶系、志留系，奥陶纪地层主要由细砂岩、中砂岩、钙质粉砂岩夹白云质泥质灰岩组成，是佛子冲矿田的重要赋矿层位[3]。志留纪岩性以灰色泥岩、细砂岩、粉砂质泥岩为特征，泥盆系在矿田西南部分残留，下部为砂岩夹薄层灰岩，上部为大理岩内岩浆岩以中酸性岩为主[4]。矿田内以东部的龙湾铅锌矿床、古益铅锌矿床、河三铅锌矿床为主(图 1)。

龙湾矿床矿体为透镜状，呈现尖灭再现的特征，矿床沿着南北向断裂分布，志留系灰岩是主要成矿围岩，矽卡岩化、大理岩化是主要围岩蚀变[5]。

河三矿床分为多个矿段，由勒寨、牛卫、舞龙岗等组成，矿体主要产于与灰岩与二长花岗斑岩的接触带上，分布在牛卫断裂上，志留系灰岩和砂岩是主要成矿围岩，条带状大理岩与矿体直接接触[6]。

古益矿床主要分布在佛子冲矿田的南北向断裂带中和大冲花岗闪长岩的接触带上，奥陶系砂岩夹薄层灰岩是主要成矿围岩，但矿体的直接围岩是一种富含绿帘石、绿泥石、透辉石的绿色矽卡岩以及大理岩化灰岩，局部与大冲花岗闪长岩接触[7]。

龙湾、河三、古益矿床均为矽卡岩型矿床，三者成因均与花岗斑岩有关，成矿物质来自古益二长花岗岩。

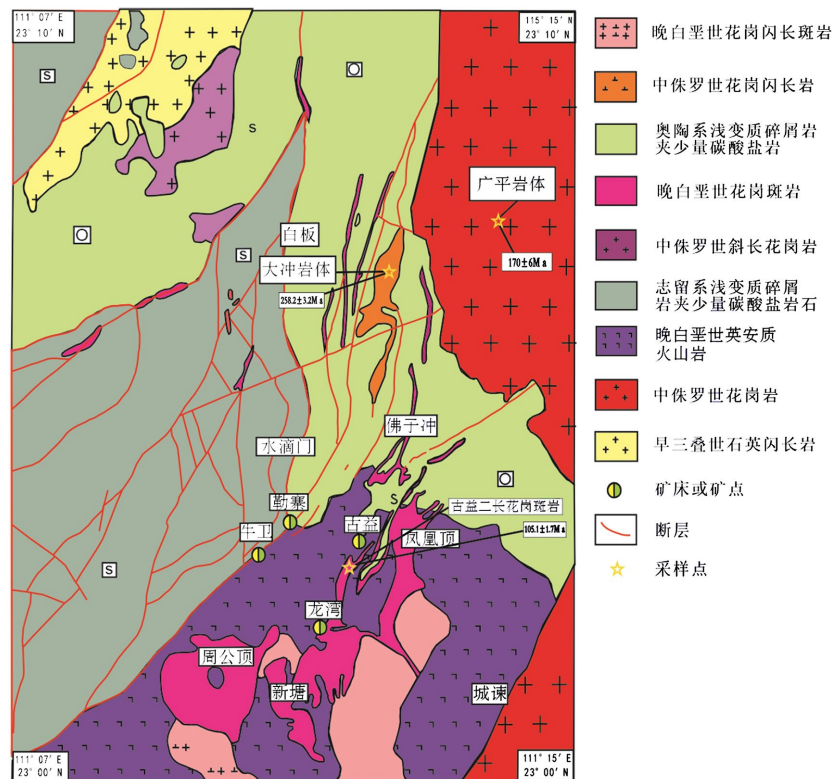


Figure 1. Geological sketchmap of the Fozichong ore field (modified [1])

图 1. 佛子冲矿田地质简图(据[1]修改)

3. 矿田地质特征

佛子冲矿田内岩浆活动强烈，浅成或超浅成侵入岩与成矿关系密切，火山岩与成矿无明显关系，前人根据岩体的产状、岩性特征将矿田内的花岗岩总结为以下三类：大冲花岗闪长岩体、广平花岗岩体、古益二长花岗斑岩。

早三叠世大冲花岗闪长岩体分布于佛子冲矿田的大冲一带呈岩株或岩枝产出在其外接触带有矽卡岩型铅锌矿床产出, 呈岩株或岩枝产出, 分布在矿带北部的大冲 - 大罗坪一带[8]。岩带宽 500~600 m, 延长 8 km, 单个岩体长 600~4000 m 宽 100~600 m, 岩体走向 NE 倾向 SE 倾角 55°, 岩性为暗灰色花岗闪长岩, 中细粒等粒结构, 以斜长石、石英、钾长石为主, 斜长石多呈半自形板柱状晶形, 具聚片双晶, 常被绢云母、绿泥石、帘石及碳酸盐矿物等交代; 石英他形粒状, 与长石、云母等嵌生; 钾长石呈他形粒状, 局部可见变斑晶; 黑云母呈半自形片状, 绿泥石化、白云母化。含微量黄铁矿、磷灰石、锆石、磁铁矿、钛铁矿等[9]。

中侏罗世广平花岗岩, 产于桂粤交界处, 呈岩基产出, 是佛子冲矿田规模最大的岩体[10]。位于佛子冲矿田的东侧, 面积约 950 km², 空间展布受南岭纬向构造体系的联合控制, 岩体的北端呈 EW 走向, 往南呈 SN 走向, 结构以中细粒花岗岩结构为主, 次为文象结构和交代残余结构, 常见片麻状、阴影状、香肠状、角砾状和网格状等构造。造岩矿物为更 - 中长石、正长石、微斜长石、石英、黑云母、锆石、磷灰石、绿泥石、绿帘石、方解石、黄铁矿等[11]。

早白垩世晚期古益二长花岗斑岩, 侵位中心位于河三新塘地区, 呈岩株状产出[12]。该岩体向北切穿牛卫断裂系, 沿近南北向的佛子冲断裂系呈岩墙状展布, 二长花岗斑岩岩墙延伸长度多为数百米, 长则达到 3 km, 侵位以岩墙扩展式为主, 受断裂构造空间约束, 呈现定向延伸的岩墙形态, 侵位特征尤为显著, 为斑状结构块状构造的浅红色二长花岗斑岩。斑晶矿物主要包括钾长石、斜长石、石英、角闪石、黑云母; 基质由石英、钾长石、微晶斜长石、黑云母、绿泥石组成[13]。区内各矿床蚀变类型相近, 主要包括矽卡岩化、硅化、绢云母化、透辉石化、绿帘石化、绿泥石化、碳酸盐化及黄铁矿化。前人依据矿物共生组合及穿切关系, 结合佛子冲全区矿床特征, 可将成矿作用划分为 4 个阶段(图 2):

第一阶段: 发育大量透辉石及少量石榴子石, 石榴子石见于龙湾矿田, 古益矿田无石榴子石。

第二阶段: 矿物组合为阳起石、透闪石、黝帘石、绿泥石及石英; 该阶段绿泥石呈他形, 常与透闪石共生。

第三阶段: 金属硫化物矿化为特征, 主要矿物为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、斑铜矿、黄铜矿, 另含少量石英和绿泥石; 此阶段绿泥石在石英脉中呈自形 - 半自形产出。

第四阶段: 以充填有方铅矿、闪锌矿及黄铁矿的石英 - 方解石脉为典型特征。

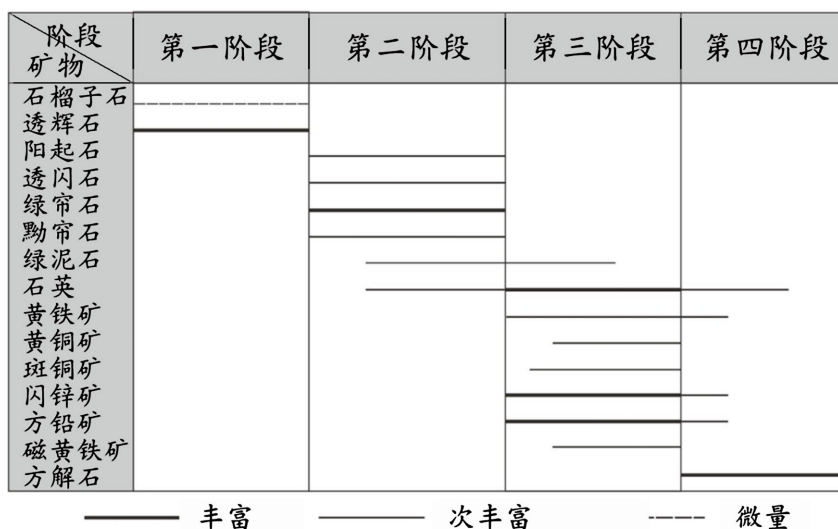


Figure 2. Mineral stage diagram of the Fozichong ore field (modified [11])

图 2. 佛子冲矿区矿物阶段图(据文献[11]修改)

4. 花岗岩锆石年龄及成矿年龄推定

佛子冲矿田内发育古益、河三及龙湾三个典型矿床, 三者在成矿类型和地质背景上具有共性[14]。在龙湾矿床的 100 m 中段 2 号勘探线剖面, 主巷道向西依次出露二长花岗斑岩、透辉石、大理岩、铅锌矿体、砂岩及灰岩[15]。龙湾矿床的矽卡岩作用可划分为两个阶段: 早期阶段以石榴子石干矽卡岩为主并发育块状方铅矿化; 晚期阶段形成以透辉石和钙铁辉石为特征的湿矽卡岩, 常伴有星点状方铅矿及闪锌矿化现象。

早期石榴子石干矽卡岩多呈包体形式, 被后期形成的透辉石-钙铁辉石矽卡岩所包裹。龙湾矿床属于受 SN 向构造控制、以二长花岗斑岩为成矿地质体的多期矽卡岩型矿床, 其中与二长花岗斑岩活动相关的晚期矽卡岩阶段构成主要成矿期[16]。在河三矿床中, 勒寨 2 号矿体规模最大, 在其 250 m 中段 17 号勘探线剖面上, 由西向东依次可见砂岩、二长花岗斑岩、砂岩、矿化透辉石、铅锌矿体、灰岩, 矿体规模已达到中型矿床标准。[17]。河三矿床为二长花岗斑岩密切相关的矽卡岩型矿床, 其成矿地质体为二长花岗斑岩[18]。与河三、龙湾矿床不同, 古益矿床中难以仅依据岩体与矿体之间的直接关系来判定成矿物质来源和矿床类型[19]。矿体往往与“绿色岩”及碳酸盐岩共同出现, 三者存在组合关系, 在古益矿区 138 m 中段 28 号勘探线上, 存在由二长花岗斑岩、绿色岩、矿体、大理岩、砂岩直至大冲花岗闪长岩的岩性序列[20]。

在多数情况下, 矿区中的二长花岗斑岩或花岗闪长岩并没有出露在矿体附近, 难以据此简单判定具体的成矿花岗岩类型。从矿体与大冲花岗闪长岩的关系来看, 存在以下几种接触关系: 一、矿体位于花岗闪长岩边缘的断裂带中, 岩体与围岩之间以断层接触; 二、矿体产于岩体边部, 但以“绿色岩”为界线, 靠近矿体一侧的花岗闪长岩发生明显蚀变, 蚀变强度向岩体内部逐渐减弱直至消失, 同时在岩体内部的节理裂隙中可见“绿色岩”发育, 并伴有弱矿化现象, 远离裂隙则不具矿化; 三、部分矿体直接赋存于大冲花岗闪长岩内部的断裂构造中[21]。综上所述, 佛子冲矿田内河三、龙湾及古益三个矿床在成矿地质体和成矿物质来源上具有一致性, 均与二长花岗斑岩密切相关, 二长花岗斑岩的侵位及其伴随的岩浆-热液活动为矿田铅锌成矿提供了主要的热源和成矿物质。印支期花岗闪长岩(大冲岩体)空间关系与铅锌矿化成因关系不显著, 燕山早期黑云二长花岗岩(广平岩体)矿化多出现在相对侵入更晚并且花岗闪长岩中脉状燕山晚期斑岩与佛子冲矿区的燕山晚期斑岩年龄范围一致。因此, 佛子冲矿田铅锌成矿作用发生于早白垩世晚期, 与约 105 Ma 的二长花岗斑岩侵位及其相关岩浆热液活动密切相关, 成矿时代可被限定在早白垩世晚期(表 1)。

Table 1. Statistical data of magmatic rock geochronology in the Fozichong ore field (modified [3])

表 1. 佛子冲矿田岩浆岩年代学数据统计(据文献[3]修改)

采样位置	岩体	岩性	测试对象	测试方法	年龄/Ma	参考文献
佛子冲矿田古益矿区	古益二长花岗斑岩	二长花岗斑岩	锆石	LA-ICP-MS	105.1 ± 1.7	杨启军等, 2016
佛子冲矿田河三矿区	古益二长花岗斑岩	二长花岗斑岩	锆石	LA-ICP-MS	105.2 ± 0.5	杨启军等, 2016
佛子冲矿田龙湾矿区	古益二长花岗斑岩	二长花岗斑岩	锆石	LA-ICP-MS	104.2 ± 1.5	杨启军等, 2016
佛子冲矿田	广平岩体	正长花岗岩	锆石	LA-ICP-MS	170 ± 6	王泰山等, 2016
佛子冲矿田	大冲岩体	花岗闪长岩	锆石	LA-ICP-MS	258.2 ± 3.2	程顺波等, 2012

5. 结论

一、佛子冲矿田冲古益矿床、河三矿床、龙湾矿床成因均为矽卡岩型矿床。

二、佛子冲矿田古益矿床、河三矿床、龙湾矿床成矿与二长花岗斑岩关系密切是主要的成矿地质体。

三、佛子冲铅锌多金属矿田的主要成矿年龄为早白垩世晚期(约 105 Ma)。

参考文献

- [1] 杨启军, 秦亚, 王泰山, 等. 广西佛子冲矿田二长花岗斑岩的年代学, 地球化学特征及其意义[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2017, 47(3): 760-774.
- [2] 常晋阳, 吴小雷, 王加昇, 等. 广西佛子冲铅锌矿田闪锌矿 LA-ICP-MS 微量元素特征及指示意义[J]. 矿物学报, 2024, 44(3): 335-349.
- [3] 秦亚, 杨启军, 李程, 等. 广西佛子冲铅锌矿田火成岩的时空序列及其对成矿时限的约束[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2019, 49(2): 425-444.
- [4] 刘兴源. 桂东南地区晚中生代岩浆岩成因及其地球动力学意义[D]: [硕士学位论文]. 桂林: 桂林理工大学, 2022.
- [5] 唐朝永, 卢庆作, 谢超, 等. 广西佛子冲铅锌矿田成矿特征及矿床分带规律[J]. 矿产与地质, 2017, 31(6): 1106-1112.
- [6] 王泰山, 杨启军, 鲁海峰, 等. 广西佛子冲广平岩体成因及地质意义[J]. 矿物岩石, 2016, 36(4): 86-94.
- [7] 程顺波, 付建明, 马丽艳, 等. 广西佛子冲矿田大冲花岗闪长岩锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其地质意义[J]. 华南地质与矿产, 2012, 28(4): 315-320.
- [8] 张学娇. 广西龙湾铅锌矿床年代学和地球化学特征及地质意义[D]: [硕士学位论文]. 桂林: 桂林理工大学, 2023.
- [9] 王猛. 广西佛子冲铅锌矿床的控矿条件研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质科学院, 2007.
- [10] 廖维能, 庞运权, 蒙丽妙. 广西龙湾铅锌矿深部找矿成果及其地质意义[J]. 世界有色金属, 2022(6): 69-72.
- [11] Yu, P.P., Zheng, Y., Huang, X., *et al.* (2020) Stratabound Skarn Pb-Zn Mineralization in the Yunkai Domain (South China): The Fozichong Case. *Ore Geology Reviews*, **125**, Article 103673. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2020.103673>
- [12] 嵇仁青, 俸永波. 广西佛子冲铅锌矿田成矿特征及矿床分带规律研究[J]. 世界有色金属, 2020(4): 74-75.
- [13] 李晓婷, 付伟, 柴明春, 等. 广西佛子冲铅锌矿床硫化物矿物学特征及其成矿指示意义[J]. 桂林理工大学学报, 2018, 38(4): 663-673.
- [14] 唐嘉俊, 黄玉珍, 范汝海, 等. 广西佛子冲矿田龙湾铅锌矿床地质特征及深部找矿前景分析[J]. 中国资源综合利用, 2021, 39(3): 72-74.
- [15] 翟丽娜, 王建辉, 韦昌山, 等. 广西佛子冲铅锌矿田成岩成矿时代研究[J]. 华南地质与矿产, 2008(3): 46-49.
- [16] 杨斌, 骆良羽, 罗世金. 广西佛子冲铅锌矿田成因刍议[J]. 广西地质, 2000, 13(1): 21-27.
- [17] 韦龙明, 冯经平, 付伟, 等. 广西佛子冲铅锌矿绿色岩 REE 地球化学特征及成矿指示意义[J]. 桂林理工大学学报, 2012, 32(2): 155-161.
- [18] 杨斌. 广西佛子冲铅锌矿田绿色岩特征及成因[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2001, 28(4): 355-359.
- [19] 杨斌, 刘兴德, 刘建明. 广西佛子冲铅锌矿田两种矿石类型及其成因意义[J]. 桂林工学院学报, 2002, 22(2): 109-113.
- [20] 雷良奇, 宋慈安, 冯佐海. 广西佛子冲铅(银)成矿带多元素富集特征及矿床成因[J]. 矿床地质, 2002, 21(1): 74-82.
- [21] 严威, 邱殿明, 丁清峰, 等. 东昆仑五龙沟地区猴头沟二长花岗岩年龄, 成因, 源区及其构造意义[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2016, 46(2): 443-460.