

长台萤石矿田成矿规律及找矿方向

王 平, 邢 伟, 陈继勇, 郑晓龙, 韦朝仁, 周静轩, 胡志伟

中国冶金地质总局浙江地质勘查院, 浙江 衢州

收稿日期: 2025年5月6日; 录用日期: 2025年6月3日; 发布日期: 2025年6月12日

摘 要

长台萤石矿田位于江绍断裂和宁波-丽水断裂之间, 燕山期岩浆侵入活动频繁, 为萤石成矿热源和物源提供了充足条件。萤石是国家战略性的非金属矿产资源, 也是工业上氟元素的主要来源。在浙江省江山-遂昌一带, 围绕着洪公岩体分布着众多萤石矿, 主要由长台萤石矿田、峡口萤石矿田、黄沙腰萤石矿田和湖山萤石矿田组成, 本文主要对其中的长台萤石矿田进行成矿规律及找矿方向研究分析。长台萤石矿田位于江绍断裂和宁波-丽水断裂之间, 燕山期岩浆侵入活动频繁, 火山作用规模大, 构造运动强烈, 长期的火山、岩浆活动提供充分的成矿热源和氟物质来源, 氟物质在有利的构造空间富集成矿。根据长台萤石矿田的成矿特征、控矿条件、矿床成因及找矿标志, 总结长台萤石矿田的成矿规律, 提出长台萤石矿田进一步的找矿方向。

关键词

萤石, 长台, 燕山期, 成矿规律

Mineralization Rules and Prospecting Direction of the Changtai Fluorite Ore Field

Ping Wang, Wei Xing, Jiyong Chen, Xiaolong Zheng, Chaoren Wei, Jingxuan Zhou, Zhiwei Hu

Zhejiang Geological Exploration Institute of China Metallurgical Geology Bureau, Quzhou Zhejiang

Received: May 6th, 2025; accepted: Jun. 3rd, 2025; published: Jun. 12th, 2025

Abstract

The Changtai fluorite ore field is located between the Jiangshao Fault and the Ningbo-Lishui Fault. Frequent magmatic intrusion activities during the Yanshanian period provided sufficient heat and material sources for fluorite mineralization. Fluorite is a strategic non-metallic mineral resource of the country and it is also the main source of fluorine elements in industry. In the Jiangshan-Suichang

文章引用: 王平, 邢伟, 陈继勇, 郑晓龙, 韦朝仁, 周静轩, 胡志伟. 长台萤石矿田成矿规律及找矿方向[J]. 地球科学前沿, 2025, 15(6): 871-880. DOI: 10.12677/ag.2025.156083

area of Zhejiang Province, there are many fluorite mines distributed around the Honggong intrusive body, mainly composed of Changtai fluorite ore field, Xiakou fluorite ore field, Huangshayao fluorite ore field and Hushan fluorite ore field. This paper mainly conducts research and analysis on the mineralization law and exploration direction of the Changtai fluorite mining field. The Changtai fluorite mining field is located between the Jiangshao fault and the Ningbo-Lishui fault, with frequent volcanic and intrusive activities during the Yanshan period, large-scale volcanic activities, and intense tectonic movements. The long-term volcanic and magmatic activities provide sufficient mineralization heat sources and fluorite material sources, and the fluorite materials are enriched in favorable structural spaces to form deposits. Based on the mineralization characteristics, controlling mineralization conditions, ore deposit genesis, and prospecting indicators, this paper summarizes the mineralization rules in the Changtai fluorite ore field and proposes new directions for further exploration for the Changtai fluorite ore field.

Keywords

Fluorite, Changtai, Yanshanian, Mineralization Rules

Copyright © 2025 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

萤石是国家战略性的非金属矿产资源，也是工业上氟元素的主要来源[1][2]，广泛应用于新能源、冶金、环保、化学、光学等领域[3]-[8]。随着与萤石相关萤石产业的快速发展，萤石的需求日益剧增，导致我国的萤石资源可持续利用面临严峻的威胁，亟需寻找更多的萤石矿资源缓解压力。

中国萤石矿床种类以成因可分为三类，分别如下：① 热液充填型；② 热水沉积型；③ 伴生型[9]-[12]。中国萤石矿床自兴凯期至燕山期均有分布，主要为燕山期，根据探明的萤石矿资源量中，仅燕山期探明的萤石矿资源量就占 91%；其次为华力西期，约占 7% [13]。上述数据表明燕山期是中国萤石矿床形成的最主要时期[14]。本文研究区的萤石矿就形成于燕山期，研究区隶属于浙江省，萤石矿是该省的优势矿种之一，储量排在中国前列[15][16]。

在浙江省的江山 - 遂昌一带，围绕着洪公岩体分布着众多萤石矿，主要由以下四大萤石矿田组成：① 洪公岩体东侧的湖山萤石矿田；② 洪公岩体南侧的黄沙腰萤石矿田；③ 洪公岩体西侧的峡口萤石矿田；④ 洪公岩体北侧的长台萤石矿田。本文主要对洪公岩体北侧的长台萤石矿田进行成矿规律分析，通过对该矿田的成矿规律分析为矿田的下步萤石矿找矿方向提供理论依据。

2. 长台萤石矿田区域特征

2.1. 长台萤石矿田区域地质背景

1) 位置

长台萤石矿田大地构造位置位于江山 - 绍兴拼合带以南，属华南褶皱系丽水 - 宁波加里东隆起西南部，龙泉 - 遂昌断隆北西侧(详见图 1)。

2) 构造

长台萤石矿田及周边褶皱构造不发育，以燕山期火山构造、盆地构造及脆性断裂构造为主。区域性断裂带一方面控制着早白垩世火山构造洼地的基本形态，另一方面控制着萤石矿床的分布和矿体产出特

征。断裂带根据展布方向主要分为北东向、北西向两组，其中北西向断裂多为北东向断裂派生的次级断裂[17]。以上两组断裂均与萤石成矿关系密切，其中北东向断裂既可以是控矿构造，也可以是容矿构造，而北西向断裂多为容矿构造[18]。

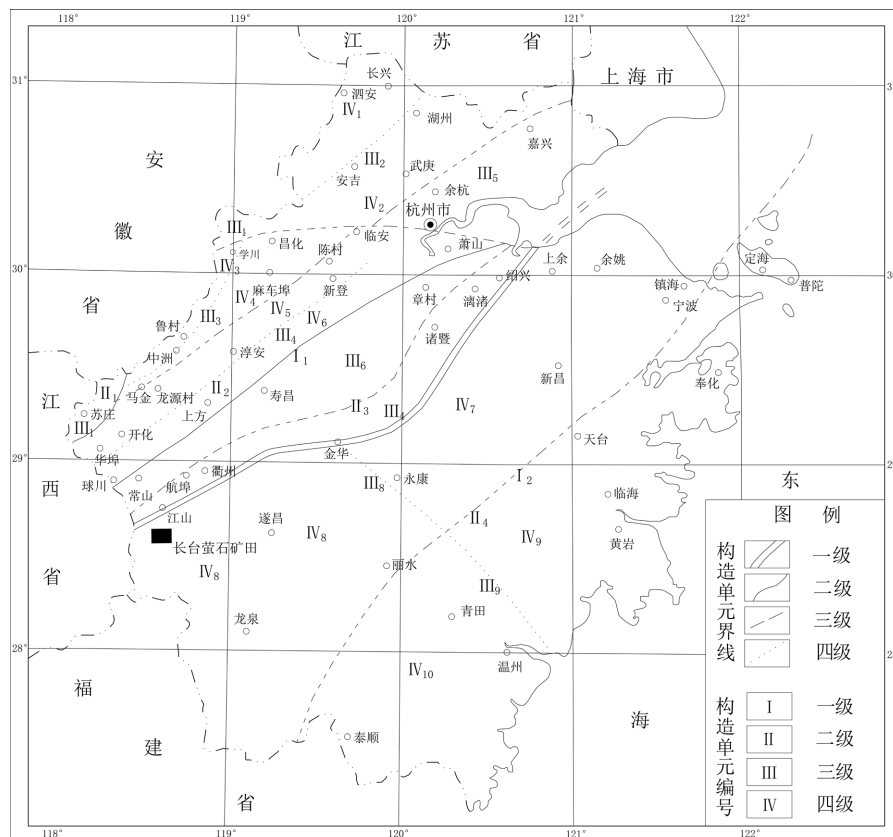


Figure 1. Construction unit partition map (according to Zhu Anqing, et al., 2009)

图 1. 构造单元分区图(据朱安庆等, 2009 年修改)

3) 地层

区域出露的地层主要有下白垩统磨石山群火山岩系和下白垩统永康群陆相碎屑沉积岩夹火山岩系，地层详见如下：

① 下白垩统磨石山群

主要分布于洪公岩体北部一带和洪公岩体西南部一带，地层主要为高坞组(K_{1g})、九里坪组(K_{1j})、大爽组(K_{1d})和西山头组(K_{1x})等。

② 下白垩统永康群

主要分布于西南部张村 - 长台 - 陈家一带，东北部庚家 - 麻洋一带，由馆头组(K_{1gt})、朝川组(K_{1c})、方岩组(K_{1f})等地层构成。

③ 第四系

分布于现代河道两侧平原区，少数分布于岗间拗谷和山间沟谷等地，出露地层主要为全新统鄞江桥(Q_{hy})。

4) 岩浆岩

区域出露的岩浆岩为燕山期岩浆活动产物，以酸性 - 中酸性火山喷出岩为主。岩性主要有二长花岗

岩、石英正长岩、钾长花岗岩、花岗斑岩、流纹(斑)岩、流纹质碎斑熔岩、霏细斑岩、英安玢岩、安山岩、辉绿玢岩等。

2.2. 长台萤石矿田区域成矿规模

Table 1. Distribution of fluorite deposits (points) in regional fluorite fields
表 1. 区域矿田萤石矿床(点)分布情况

序号	矿田名称	矿区名称	资源量(千吨)	资源量类型
1	长台矿田	浙江省江山市甘坞口矿区萤石矿	1400.00	探明 + 控制 + 推断
2		浙江省衢江区里芭蕉矿区萤石矿	3000.00	探明 + 控制 + 推断
3		浙江省江山市阴源大坞萤石矿	150.00	控制 + 推断
4		浙江省江山市塘源口乡阴源萤石矿	150.00	探明 + 控制 + 推断
5		浙江省江山市长台镇大锣矿区萤石矿	150.00	控制 + 推断
6		浙江省长台萤石矿	100.00	控制 + 推断
7		浙江省江山市塘岭矿区萤石矿	200.00	控制 + 推断
8		浙江省江山市塘源口乡塘源矿区萤石矿	500.00	探明 + 控制 + 推断
9		江山市王村萤石矿区	250.00	探明 + 控制 + 推断
10		浙江省江山市张村乡塔山矿区萤石矿	200.00	控制 + 推断
11		塘源东矿点	1700.00	推断
12		塔山北矿段(瓦坞)矿点	300.00	推断
13		白石溪坑口矿点	300.00	推断
14		弄堂坞矿点	300.00	推断
合计			8700.00	探明 + 控制 + 推断
1	峡口矿田	江山市峡口镇柴村莹石矿区	180.00	控制 + 推断
2		江山峡口镇三卿口村萤石矿(普通)矿	200.00	控制 + 推断
合计			380.00	控制 + 推断
1	黄沙腰矿田	内久尖矿区	3300.00	推断
2		旺坑矿区	1300.00	推断
3		横坑坪矿区	3000.00	推断
合计			7600.00	推断
1	湖山矿田	湖山 I 矿段	700.00	探明 + 控制 + 推断
2		湖山 II 矿段	1000.00	探明 + 控制 + 推断
3		湖山 III 矿段	3100.00	探明 + 控制 + 推断
4		湖山 IV 矿段	100.00	探明 + 控制 + 推断
合计			4900.00	探明 + 控制 + 推断
总计			21580.00	探明 + 控制 + 推断

区域上萤石矿产较丰富，主要有以洪公岩体为中心分布的 4 个萤石矿田，分别为北侧的长台萤石矿田、西侧的峡口萤石矿田、南侧的黄沙腰萤石矿田和东侧的湖山萤石矿田，其中长台矿田累计查明萤石

矿资源量约 8700 千吨；峡口矿田累计查明萤石矿资源量约 380 千吨；黄沙腰萤石矿田累计查明萤石矿资源量约 7600 千吨；湖山矿田累计查明资源量约 4900 千吨。区域萤石矿田查明资源总量约 21,580 千吨。详见表 1。

2.3. 长台萤石矿田区域成矿特征

区域上萤石矿主要受北东向及北西向构造控制，其中北东向断裂既是容矿构造，也是控矿构造。矿田产出地层主要为下白垩统的高坞组(K_{1g})，其次产出下白垩统朝川组(K_{1c})、方岩组(K_{1f})地层中，整体与白垩纪盆地紧密相关。萤石矿床成矿时代为燕山晚期，约 70~90 Ma 左右[19] [20]，温度主要集中在 120℃~240℃，为中低温热液充填型矿床[15] [21]-[23]。前人研究及区域地质资料显示，矿田与花岗岩体密切相关，花岗岩体提供主要的成矿物质来源及热源，对矿田的形成起着至关重要的作用，如甘坞口、里芭蕉两个大型萤石矿均与抱珠堯岩体相关，湖山萤石矿与侵入岩体关系密切，常山的八面山特大型萤石矿与岩前岩体相关；上述矿床都表明萤石矿与花岗岩体密切相关[15] [24]-[27]。

3. 长台萤石矿田特征

3.1. 矿田成矿特征

通过收集长台萤石矿田内已开采或勘查的主要萤石矿矿床，对矿田的萤石矿矿体形态、成矿因素、成矿类型进行了成矿特征分析及归纳，得出以下结论：

1) 大型矿床矿体走向均为北东向，北西向均为中小型矿床，倾角大部分>65°；矿体埋藏深度深浅不一，倾向延深除个别矿床，均在 200 m 以上，甚至突破 500 m 深度。

2) 含矿岩石主要为硅化角砾岩、石英脉、硅化碎裂岩等，硅化形成硅化带、硅化角砾岩带、石英脉，常伴随萤石矿充填其中；矿石类型主要为石英-萤石型、萤石石英型、萤石型；矿石结构主要为自形-它形粗晶结构，其次为显微粒状变晶结构、梳状结构，碎裂结构。

3) 矿体围岩多样，以熔结火山碎屑岩、幔源岩浆岩、砂砾岩为主。矿床附近或深部存在幔源火山岩或岩浆岩。

长台萤石矿田主要矿床特征分析归纳见表 2。

Table 2. Table of major ore deposit genesis characteristics in the Changtai fluorite ore field
表 2. 长台萤石矿田主要矿床成矿特征表

矿床成矿特征表										
序号	矿床名称	矿体形态				成矿因素				成矿类型
		最大埋深	走向	倾角	埋深	含矿岩石 (构造)	围岩	物质来源	热液来源	
1	甘坞口矿区萤石矿	大于300 m	北东向	80°	大于300 m	硅化角砾岩	高坞组流纹质熔结凝灰岩	火山喷发、岩浆热液	幔源火山、岩浆热液	浅成低温热液矿床
2	里芭蕉矿区萤石矿	大于400 m	北东向	40°~80°	大于400 m	硅化角砾岩、碎裂岩	抱珠堇二长花岗斑岩体、流纹斑岩体	火山、岩浆热液	火山、岩浆热液	多期次热液成矿
3	阴源大坞萤石矿	340 m	北西向	70°~80°	大于300 m	硅化破碎带	高坞组火山碎屑岩	火山喷发	深部岩浆热液	中低温热液充填型矿床

续表

4	阴源萤石矿	大于200 m	北西向	>65°	大于200 m	硅化构造岩	高坞组流纹质晶屑凝灰岩	火山喷发	深部岩浆热液	热液充填型矿床
5	大锣矿区萤石矿	大于200 m	北西向	>65°	大于200 m	硅化构造岩	朝川组二段砂砾岩	深部岩浆热液	深部岩浆热液	多期中-低温热液充填型矿床
6	长台萤石矿	小于200 m	北西向	>65°	小于200 m	石英脉	朝川组紫红色块状泥质粉砂岩	深部岩浆热液	深部岩浆热液	中低温热液裂隙充填型矿床
7	塘岭矿区萤石矿	大于200 m	北东向	>65°	大于200 m	硅化碎裂岩、角砾岩	石英正长斑岩	石英正长斑岩	岩浆热液	燕山期中酸性岩浆期后热液充填矿床
8	塘源矿区萤石矿	大于500 m	北东向	>65°	大于500 m	石英脉、硅化角砾岩	高坞组熔结凝灰岩	火山喷发、岩浆热液	火山、岩浆热液	中低温热液充填型矿床
9	王村萤石矿区	大于300 m	北东向	>65°	大于300 m	石英脉	朝川组砂砾岩	深部岩浆热液	深部岩浆热液	岩浆期后低温热液裂隙充填型矿床
10	塔山矿区萤石矿	大于200 m	北东、北北东向	>65°	大于200 m	石英脉、硅化角砾岩	熔结凝灰岩、流纹斑岩	火山喷发、岩浆热液	火山、岩浆热液	低温热液裂隙充填型脉状矿床

3.2. 矿田控矿条件

根据长台萤石矿田的区域地质背景结合长台萤石矿田内主要的萤石矿矿床特征，总结控矿条件如下：

1) 构造条件

区域性大规模断裂带及其次级断裂，是控制长台萤石矿成矿的重要条件[28]。这些断裂活动经历了白垩世早期拉张断陷，晚期强烈挤压的过程，对岩浆侵入、火山活动、盆地形成及成矿作用起明显的控制作用。尤其是晚白垩世在北西-南东挤压的区域应力场作用下，产生强烈挤压逆冲，形成的断裂规模大，切割深，为后期成矿热液活动提供了有利的通道及萤石矿的有利成矿空间，与其配套的北西向张性或张扭性断裂，也是萤石矿的良好赋矿空间[15] [29] [30]。

2) 深部热流和火山作用条件

在江绍断裂和宁波-丽水断裂之间，燕山期岩浆侵入活动频繁，火山作用规模大，长期的火山、岩浆活动为萤石矿成矿提供充分的成矿物质氟来源和热源[24]。

3.3. 矿田矿床成因

1) 成矿物质氟的来源

根据长台萤石矿田氟地球化学异常显示，大型矿床均未形成在氟元素高值区且氟元素高值区域多未形成萤石矿，矿田内大中型萤石矿多产出于岩体出露区或岩体接触带附近，如矿田内的大型萤石矿(甘坞口、里芭蕉大型萤石矿)均产出于抱珠垅岩体及岩体接触带附近，这表明萤石矿成矿与矿田内出露的岩体密切相关。且长台萤石矿田周边萤石矿的相关研究资料也多显示成矿物质氟元素来源于岩体，如湖山萤石矿成矿物质氟元素主要来源于钾长花岗斑岩，常山八面山大型萤石矿成矿物质氟元素主要来源于岩体[31]、岭坑山萤石矿床成矿物质氟元素为深部岩浆上供带来的等等[32]。上述表明与岩浆期后热液有关的萤石矿均围绕燕山期高氟岩体产出等等。综上可得出长台萤石矿田成矿物质氟元素主要来源于岩体。

2) 成矿作用

在燕山运动早期大规模火山作用的基础上,形成了以火山机构为中心的岩浆喷发、喷溢和侵入作用,在地下水的循环作用下,使岩体中的 Ca^{2+} 、 F^- 等离子溶解地下水中,形成了初始含矿溶液。至燕山晚期,在构造应力场等作用下,成矿溶液运移并集中充填于北东向及北西向断裂中,随着温度、压力的不断下降,使溶液中的 CaF_2 结晶、沉淀形成早期的萤石矿。燕山运动末期以后,由于断层的持续性挤压作用,导致早期形成的萤石矿在近地表部分破碎、风化、溶解、淋滤,并与由地下水循环作用溶解地层、岩石中的 F^- 、 Ca^{2+} 等离子形成的地下水含矿溶液混合,充填于裂隙带中,从上向下逐步渗透、结晶、沉淀,经多次叠加成矿,最终形成了萤石矿床[33] [34] (见图 2)。

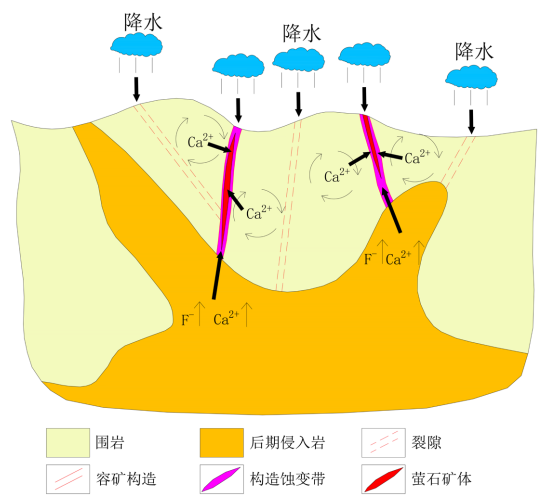


Figure 2. Formation process of fluorite deposit
图 2. 萤石矿床形成过程

3) 成矿模式

根据长台萤石矿田的地质特征、成矿物质来源和成矿作用总结成矿模式如下(见图 3)。

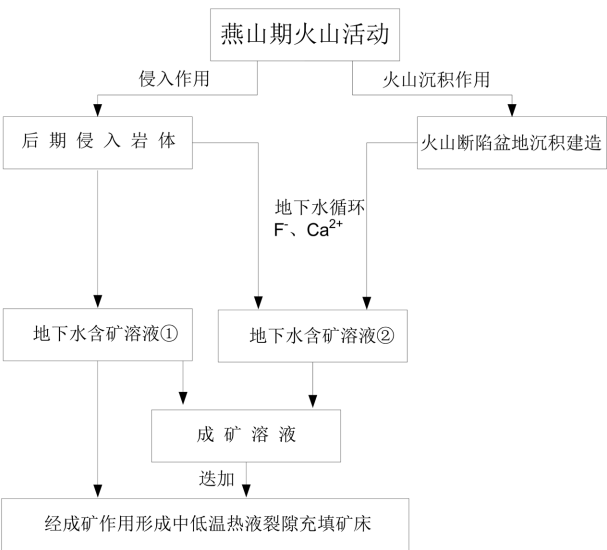


Figure 3. Fluorite mineralization model
图 3. 萤石矿成矿模式

3.4. 长台萤石矿田找矿标志

根据长台萤石矿田矿床的特征,得出长台萤石矿田主要找矿标志如下:

1) 区域构造及岩浆活动标志

① 区域性北东向断裂规模大,切割深,为后期成矿热液活动提供了有利的通道及萤石矿的有利成矿空间,与其配套的北西向张性或张扭性断裂,也是萤石矿的良好赋矿空间,因此北东向及与其配套的北西向张性或张扭性断裂转折部位或破碎带膨大部位,是主要的找矿标志之一。

② 成矿作用与燕山期岩浆侵入活动密切相关(如与抱珠垄岩体相关的甘坞口、里芭蕉大型萤石矿),因此燕山期岩体是主要的找矿标志之一。

2) 地貌、岩体及围岩蚀变标志

① 区内断裂带多以硅化带形式出现,抗风化能力较强,易形成明显的地貌标志(如线性构造)。

② 地表萤石脉、石英萤石脉露头、蜂窝状和骨架状石英帽、萤石转石、采矿老硐等均为找矿标志。

③ 近矿围岩蚀变为中低温蚀变组合,整体硅化较强,其次为高岭土化、绢云母化等,偶见黄铁矿化现象。硅化与成矿关系密切,并与萤石共生,是寻找萤石矿的良好标志。

4. 找矿方向

4.1. 找矿远景分析

由上述矿床成矿特征可总结出以下区域具备良好的找矿远景:

1) 北东向断裂及其次级北西向断裂的走向转折部位或破碎带膨大区域,且该区域地表可见明显硅化、绢云母化、高岭土化等围岩蚀变特征或有过开采史的,该区域有利于萤石矿的形成和富集,是重要的找矿远景区。

2) 重要岩体接触带及附近区域,且区域地表见明显硅化、绢云母化、高岭土化等围岩蚀变或有过开采史的,该区域是重要的找矿远景区。

4.2. 重点找矿区域

长台萤石矿田塘源东-冷浆塘(里浆泉坂)一带,该区域位于主要成矿断裂青石-天堂断裂走向转折上,位于区域主要成矿相关岩体抱珠垄岩体南西侧附近,地表见明显硅化等蚀变特征,区域上有老硐开采史,且区域北东侧、南西侧临近位置有大中型萤石矿产出。该区域特征符合上述找矿远景分析,具备一定的找矿前景。

长台萤石矿田溪坑口-白石一带,该区域位于成矿主断裂青石-天堂断裂的次级断裂处,该处有过开采史,区域见萤石矿化、硅化、高岭土化蚀变现象,点北东侧1公里处有大型萤石矿产出,且该点位于区域主要成矿相关岩体抱珠垄岩体附近。该区域特征符合上述找矿远景分析,具备一定的找矿前景。

以上2个区域是长台萤石矿田的重点找矿前景区,值得开展进一步工作。

5. 结论

5.1. 长台萤石矿田成矿规律

综上所述,根据长台萤石矿田的成矿特征、控矿条件、矿床成因、找矿标志等因素,总结出长台萤石矿田的成矿规律如下:① 矿田成矿物质氟元素主要来源于岩体;② 矿田成矿时代为燕山晚期,约70~90 Ma之间;③ 矿田主要控矿、容矿构造为北东向构造,其配套的北西向构造为容矿构造;④ 矿田燕山期侵入岩体接触带及附近区域易形成大中型萤石矿矿床;⑤ 矿田矿床类型主要为中低温热液矿床,矿脉以裂隙充填型为主。

5.2. 长台萤石矿田找矿方向

长台萤石矿田塘源东-冷浆塘(里浆泉坂)一带、溪坑口-白石一带具备良好的成矿条件,有一定的找矿前景,值得开展进一步工作。

参考文献

- [1] 官开萍, 陈焕元, 郑晓伟, 沈亲亲. 浙北地区萤石矿床特征及开发利用建议[J]. 浙江国土资源, 2021(S1): 27-32.
- [2] 李敬, 张寿庭, 商朋强, 赵玉. 萤石资源现状及战略性价值分析[J]. 矿产保护与利用, 2019, 39(6): 62-68.
- [3] 戴开明, 车长波, 王福良. 萤石资源勘查开发利用管理的建议[J]. 中国矿业, 2021, 30(9): 32-35.
- [4] 李育彪, 杨旭. 我国萤石资源及选矿技术进展[J]. 矿产保护与利用, 2022, 42(2): 49-58.
- [5] 湛景震, 高志勇, 范才兵, 徐若杨. 我国萤石资源利用现状和战略规划分析[J]. 矿业研究与发, 2024, 44(5): 251-259.
- [6] 张丹仙, 亢建华, 黄红军, 祝雯霞, 王若林. 萤石资源开发利用现状与战略意义[J]. 过程工程学报, 2023, 23(1): 1-14.
- [7] 刘秋颖. 中国萤石资源供需形势分析及对策建议[J]. 矿产勘查, 2023, 14(10): 1798-1804.
- [8] Fang, Y., Zou, H., Bagas, L., Said, N., Li, Y. and Liu, H. (2020) Fluorite Deposits in the Zhejiang Province, Southeast China: The Possible Role of Extension during the Late Stages in the Subduction of the Paleo-Pacific Oceanic Plate, as Indicated by the Gudongkeng Fluorite Deposit. *Ore Geology Reviews*, 117, Article 103276. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2019.103276>
- [9] 成功, 邱献引. 中国萤石矿床地质特征与成因综述[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2013(5): 47-52.
- [10] 王吉平, 商朋强, 熊先孝, 杨辉艳, 唐尧. 中国萤石矿床分类[J]. 中国地质, 2014, 41(2): 315-325.
- [11] 王吉平, 朱敬宾, 李敬, 商鹏强, 熊先孝, 高永璋, 张浩, 张扬, 祁才吉, 朱颜农. 中国萤石矿预测评价模型与资源潜力分析[J]. 地学前缘, 2018, 25(3): 172-178.
- [12] 于宝安, 杨勇, 王晓磊. 中国萤石矿床分类及其成矿规律[J]. 冶金管理, 2021(21): 90-91.
- [13] 张紫桐. 萤石的研究现状及其地质学意义[J]. 地球科学前沿, 2021, 11(4): 473-479.
- [14] 王吉平, 商朋强, 熊先孝, 杨辉艳, 唐尧. 中国萤石矿床成矿规律[J]. 中国地质, 2015, 42(1): 18-32.
- [15] 黄国成, 张永山, 程海艳. 浙江省萤石矿床区域成矿规律与找矿方向研究[J]. 矿床地质, 2015, 34(6): 1209-1222.
- [16] 梁修睦, 谢立刚. 浙江萤石矿床简介[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2008(1): 54-55.
- [17] 张岩, 裘建国. 浙江遂昌柘岱口-湖山断裂带活动期次与萤石成矿关系[J]. 资源调查与环境, 2004, 25(2): 96-101.
- [18] 马天寿, 贾锦生, 许朝卫, 戴春政, 南丽娟, 钟灵英. 浙江省江山市长台地区萤石矿普查地质报告[R]. 2010.
- [19] 刘道荣, 严生贤, 陈荫, 王美华, 郑丹. 浙西北岩前高氟岩体地球化学特征及其与新类型萤石矿床成矿关系[J]. 地质与探, 2012, 48(5): 884-893.
- [20] 李长江, 蒋叙良. 浙江萤石矿床的裂变径迹年龄测定及有关问题讨论[J]. 地球化学, 1989, 18(2): 181-188.
- [21] 蒋叙良, 李长江. 浙江萤石矿床的稀土元素地球化学特征[J]. 矿床地质, 1993, 12(1): 55-66.
- [22] 刘道荣, 商朋强. 中国萤石矿床流体包裹体研究进展[J]. 地质科学, 2024, 59(2): 510-521.
- [23] 蔡芝芳, 浦家扬. 浙江省萤石资源及其开发现状[J]. 国外金属矿选矿, 1996, 33(6): 33-35+45.
- [24] 王伟, 刘成东, 刘江浩, 赵展琨, 张小龙. 浙江松阳萤石矿床地质特征及成矿条件分析[J]. 东华理工大学学报(自然科学版), 2012, 35(1): 66-74.
- [25] 刘道荣. 浙西北地区萤石矿床成因及找矿方向[J]. 地质与勘探, 2017, 53(5): 947-959.
- [26] 刘道荣, 杨海翔. 浙西北岩前岩体与芙蓉岩体同源性分析及萤石找矿意义[J]. 华东地质, 2018, 39(1): 18-25.
- [27] 吕新前. 浙江湖山萤石矿床成矿热源问题探讨[J]. 浙江国土资源, 2006(2): 42-45.
- [28] 王成良, 陈升立, 张方君, 胡家良. 黄沙腰萤石矿田成矿特征及找矿方向[J]. 资源调查与环境, 2003(4): 267-274.
- [29] 常斯敏, 王博, 黄鸿新, 王敏, 张君. 武夷成矿带北部典型萤石矿床特征及成因分析[J]. 安徽地质, 2018, 28(2): 95-99.
- [30] 韩文彬, 张文育. 浙江武义-东阳一带萤石矿化与次火山岩的成生关系[J]. 浙江国土资源, 1985(2): 28-37.

- [31] 徐少康, 夏学惠, 闫飞, 严生贤, 郑兴泉. 浙江八面山新型萤石矿床矿石类型[J]. 化工矿产地质, 2011, 33(3): 143-154.
- [32] 孙江, 叶锡芳. 岭坑山萤石矿床地质特征及成因浅析[J]. 浙江国土资源, 2013(7): 42-44.
- [33] Han, B.B., Shang, P.Q., Gao, Y.Z., Jiao, S., Yao, C.M., Zou, H., Min, L., Wang, L. and Zheng, H.Y. (2020) Fluorite Deposits in China: Geological Features, Metallogenic Regularity, and Research Progress. *China Geology*, **3**, 473-489.
- [34] 王玉荣, 梁伟义, 顾复, 韩文彬. 浙江武义地区萤石矿矿源(岩)层和成矿机制的实验研究[J]. 地球化学, 1990(1): 21-31.