

# 醴陵潘家冲铅锌萤石矿地质特征及矿床成因浅析

李兴<sup>1\*</sup>, 陈吉华<sup>2</sup>, 唐凯<sup>2</sup>, 艾跃<sup>1</sup>

(1. 湖南黄金集团地质勘探有限责任公司, 长沙 410100

2. 湖南省矿产资源集团有限责任公司, 长沙 410100)

**摘要:**醴陵潘家冲铅锌萤石矿是钦杭锡铅锌多金属成矿带上一个重要的大型萤石矿床, 开采历史悠久, 但矿区控矿因素和成矿模式研究程度较低。本文通过对矿床特征、矿石类型和矿物生成顺序分析, 认为潘家冲铅锌萤石矿主要受北北东方向构造破碎带和丫江桥复式花岗岩体控制, 成矿物质的形成可分为少硫化物石英阶段、萤石-多金属硫化物阶段和石英-碳酸盐阶段, 矿床成因属受构造控制的热液充填型脉状共伴生铅锌硫化物萤石矿床, 为下步找矿提供重要指导意义。

**关键词:**潘家冲; 铅锌萤石矿; 控矿因素; 矿床成因

**中图分类号:** TD11      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-2736(2025)02-0030-8

## 0 引言

醴陵潘家冲铅锌萤石矿位于钦杭成矿带, 是该区域典型的大型热液充填型共伴生矿床, 以萤石为主, 伴生铅锌等多金属资源, 具有重要的经济价值与地质意义。尽管该矿开采历史悠久, 但其控矿机制与成矿模式研究仍较为薄弱, 制约了深部及外围找矿潜力评价。近年来, 钦杭成矿带内同类型矿床研究揭示了构造-岩浆活动对成矿的关键控制作用, 但潘家冲矿区独特的构造背景及多期次热液成矿特征尚未系统解析。本文基于野外地质调查、矿体特征解剖及矿物生成序列分析, 结合区域构造-岩浆演化背景, 探讨北北东向断裂系统与丫江桥复式花岗岩体的联合控矿作用, 明确成矿物质来源及热液演化过程。研究认为, 矿床严格受断裂构造与岩浆热液驱动, 成矿过程具多阶段性, 建立了“构造-岩浆-热液”三位一体的成矿模式。成果不仅深化了对该矿床成因的认识, 也为区域同类型矿床勘查提供了理论依据, 对指导深部资源勘探及成矿规律总结具有重要意义。

## 1 成矿地质背景

矿区位于钦杭锡铅锌多金属成矿带湖南段, 七宝山-将军庙铜铅锌多金属成矿带南段之丫江桥铅锌成矿区北段, 川口-明月峰隆起北段丫江桥岩体北缘及其外围, 醴-攸断陷盆地北西侧, 其中丫江桥复式岩体侵位于川口-明月峰隆起的核部, 具备良好的成矿地质条件, 是重要的铅、锌、铜、银、钼、锡、钨、铀等多金属成矿带<sup>[1-5]</sup>。

## 2 矿区地质特征

### 2.1 地层

矿区出露地层主要有青白口系下统冷家溪群潘家冲组(Qb<sub>1</sub>P), 岩性为含有碳酸盐岩成份的板岩、砂质板岩夹薄层状千枚岩, 反映为一套区域浅变质岩建造。地层整体为北西倾斜的单斜构造, 地层产状以层理产状为主, 倾向290°~310°, 倾角20°~40°。沿山前平台、沟谷冲积扇、河床两侧和低洼地段分布有一定范围第四系全新统残坡积物(Qhpal)<sup>[6-9]</sup>。

### 2.2 构造

矿区范围内为单斜构造, 地层总体走向北北



图1 “V”型平卧褶皱

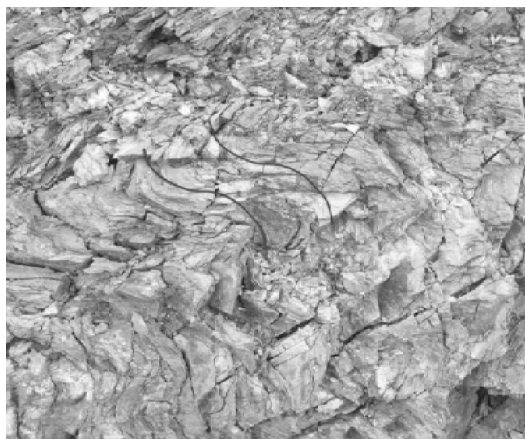


图2 “S”型揉曲

东,倾向北西,倾角 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。区内构造以断裂和层间褶皱为主。根据成矿关系可划分为成矿断裂和成矿后断裂两期,成矿后断裂对矿体破坏作用较小甚至基本无影响。区内褶皱为规模较小的层间褶皱和揉曲。层间褶皱主要为多期次多应力作用下形成,从其枢纽产状来看,有“V”型平卧褶皱(图1)和“S”型揉曲(图2)。

### 2.3 岩浆岩

矿区范围内均未见花岗岩出露,但水系沉积物测量成果显示,在区内有多处不连续W、Mo局部低缓异常分布,推测深部有岩浆岩活动或隐伏岩体存在,同时部分钻孔见脉状弱蚀变英安岩,属于火山熔浆喷溢至地表经冷凝而成的酸性熔岩,以上两点均佐证了深部具有隐伏岩体的存在,此外矿区南部约2km有印支期—燕山早期的丫江桥花岗岩体出露,沿丫江桥岩体侵入前缘的北部及西侧内外接触带分布有铅、锌、铜、金、银、钨、铀、萤石、重晶石等数十处矿床(点)(图

3),成矿条件优越,矿产丰富<sup>[1,10]</sup>。

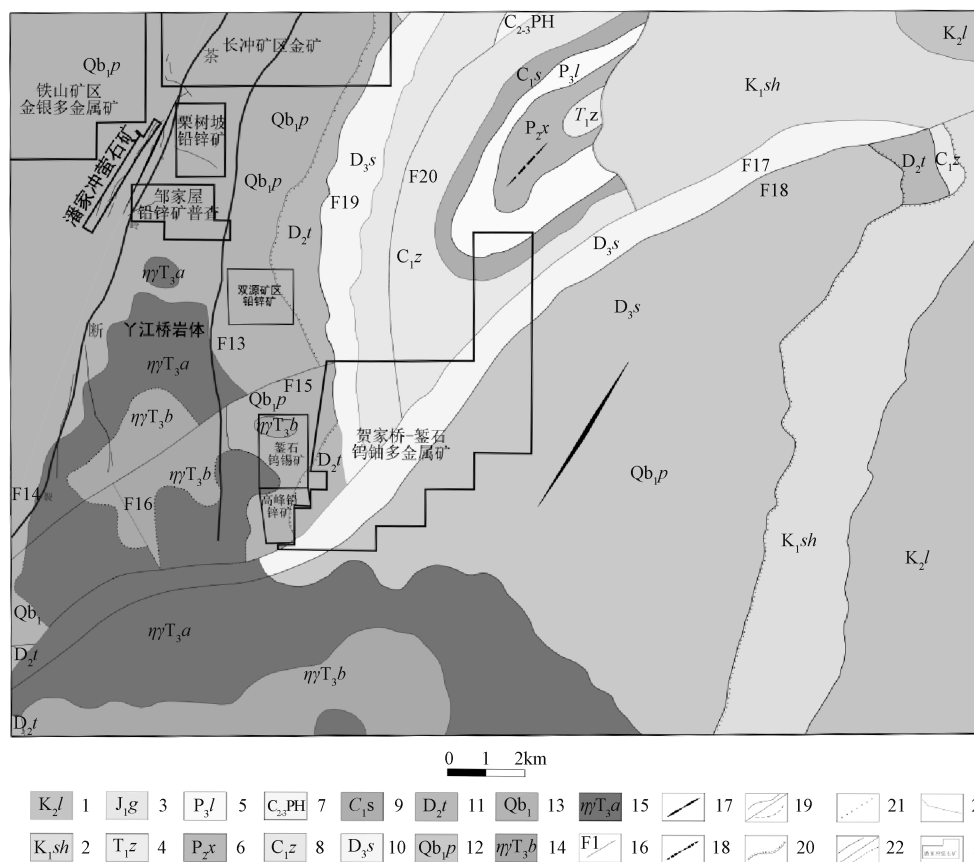
### 2.4 矿体特征

矿区内构造破碎带即为矿床矿化体(硅化破碎带),总体呈北北东 $30 \sim 40^{\circ}$ 走向,成群成带分布,倾向北西,倾角 $60 \sim 87^{\circ}$ 。区内主要有F1、F13两条规模较大、含矿性较好的构造破碎带,其两侧分布有规模较小近平行分布的次级构造破碎带。

本矿区铅锌萤石矿体赋存于青白口系下统冷家溪群潘家冲组(Qb<sub>1p</sub>)的砂质板岩中,产于北北东向展布的构造破碎带内。矿体严格受断裂构造控制,其形态、产状和规模与断裂构造基本一致,成群成带近平行密集分布,远离构造破碎带(硅化破碎带)则无矿体产出,并且矿体与围岩界线清晰易辨。矿区圈定铅锌萤石矿体6条,分别为V1、V1-1、V13、V13-1、V13-2、V13-3号脉,其中主矿体为V1和V13号脉(表1)。

表1 潘家冲萤石矿矿体特征一览表

矿体编号	矿体规模(m)		产状			形态	矿体平均品位(%)		
	长度	平均真厚度	走向	倾向	倾角		CaF <sub>2</sub>	Pb	Zn
V1	700~1000	2.11	34°	NW	60~87°	脉状	23.28	0.82	0.81
V1-1	300~500	1.71	30°	SE转NW	39~88°	脉状	41.57	2.34	0.78
V13	500	3.74	28°	NW	65~80°	脉状	51.16	0.87	0.71
V13-1	100~200	1.71	27°	NW	73~79°	透镜状	39.3	1.09	0.92
V13-2	100	1.14	26°	NW	78~86°	脉状	52.04	4.08	4.97
V13-3	100~200	1.42	26°	NW	68~82°	脉状、透镜状	59.11	2.73	2.12



1. 白垩系上统罗镜滩组;2. 白垩系下统神皇山组;3. 侏罗系下统高家里组;4. 三叠系下统张家坪组;5. 二叠系上统龙潭组;6. 二叠系下统小江边组;7. 石炭系中-上统壶天群;8. 石炭系下统梓门桥组;9. 石炭系下统石磴子组;10. 泥盆系上统余田桥组;11. 泥盆系中统跳马涧组;12. 青白口系冷家溪群下统黄浒洞组;13. 青白口系冷家溪群下统潘家冲组;14. 中细粒少斑状二云母二长花岗岩;15. 中粒斑状黑云母二长花岗岩;16. 断层及编号;17. 背斜;18. 向斜;19. 实测/推测地质界线;20. 不整合接触界线;21. 岩相界线;22. 已知/推测铅锌萤石矿脉;23. 已知含银矿脉;24. 潘家冲萤石矿采矿权

图 3 潘家冲一带区域地质略图

## 2.5 矿石及矿化特征

矿区 V1 号矿体以硅化破碎带萤石矿石为主,硅化破碎带铅锌矿石次之,少量纯萤石矿石和硅化破碎带铅锌萤石矿石;V13 号矿体以纯萤石矿石为主,硅化破碎带萤石矿石、硅化破碎带铅锌萤石矿石次之,少量硅化破碎带铅锌矿石,各矿石成分特征如下(图 4)。

### 2.5.1 纯萤石矿石

显微~他形粒状结构,块状构造。矿物主要由萤石,少量石英组成。萤石:自形~半自形粒状,粒径 0.11~4.23mm,含量 70~90%;石英:他形-粒状,粒径 0.01~2.33mm,定向排列,

CaF<sub>2</sub> 品位在 50~80%。

### 2.5.2 硅化破碎带萤石矿石

角砾状~自形粒状结构,团块状、细脉状构造。岩石为由气成热液矿物萤石、硅质成分和围岩(砂质板岩)角砾组成的动力变质岩石。萤石多呈角砾状、团块状、星散状包裹于次生石英中;石英呈脉状和熔液状;围岩角砾呈棱角状,不规则状, CaF<sub>2</sub> 品位在 25~45%。

### 2.5.3 硅化破碎带铅锌矿石

角砾状~自形粒状结构,团块状、细脉状构造;矿石由石英脉、围岩角砾、脉状和团块状铅锌矿组成。石英脉具有多期性,早期与铅锌矿密切

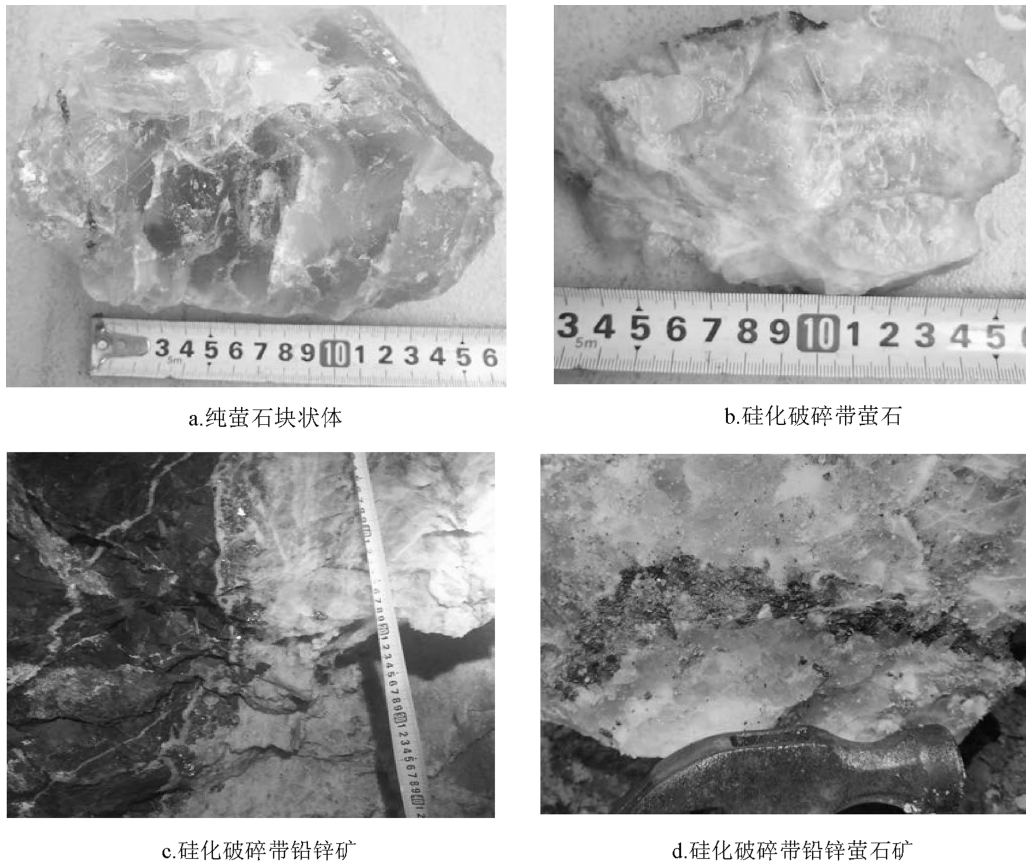


图4 潘家冲矿石特征照片

相关,局部含黄铜矿、黄铁矿等;晚期脉体无矿化。Pb、Zn 品位在 1~3%。

#### 2.5.4 硅化破碎带铅锌萤石矿石

角砾状~自形粒状结构,团块状、细脉状构造;矿石由石英脉、围岩角砾、星散状萤石(个别呈角砾状、团块状)和脉状及团块状铅锌矿组成。石英脉具有多期性,早期与萤石、铅锌矿密切相关;晚期脉体无矿化。CaF<sub>2</sub> 品位在 25~30%;Pb、Zn 品位在 1~2%。

### 3 控矿因素分析

#### 3.1 构造控矿

矿区总体位于潘家冲背斜西翼,NNE 向断裂十分发育且与成矿关系密切。矿床成矿断裂构造带共有 13 条,编号 F1~F13,其中 F1 和 F13 是本区主要赋矿构造。F1 为主断裂,规模最大,即油蒙山-潘家冲-封洞构造破碎带。在主断

裂上下盘附近分布有规模较小的次级断裂带,均属正-平移断层。

根据成矿关系可划分为成矿断裂和成矿后断裂两期,其中成矿断裂控制着矿体产状、形态、矿化强度及规模大小等,具有以下特征:

(1)矿脉空间分布、产状、规模受成矿断裂控制,如主矿脉产状与主断裂产状完全一致,随着断裂产状变化,矿脉也随之变化;主断裂延伸长、延深大,主矿脉相应延伸长、延深大。次要矿脉产状及规模大小受相应次级断裂控制。次级断裂分布于主断裂上下盘,且规模要小,因此次矿脉要比主矿脉规模小,矿化弱。根据主矿脉与次矿脉在矿物成分、共生关系、结构构造、矿石类型、围岩蚀变及成矿的多期性等方面具有相同的特征,推断两者成矿热液同源同期。

(2)矿体形态、矿化强弱与断裂构造关系密切,受断裂带宽度变化影响,矿脉相应具有膨缩变化。断裂破碎带宽窄受构造控制外,也与不同

岩性有密切关系。当岩性是柔性与韧性较大的薄层状板岩及千枚岩时,破碎带宽度小,矿化较弱,矿体厚度相应较薄,甚至局部仅发育矿化,未形成工业矿体;当岩性是脆性较大的砂质板岩时,破碎带宽度大,矿化普遍变好,矿体厚度明显增大。

(3) 由于成矿期断裂的多期性特征,成矿同样具有多期性并具有水平分带特征:成矿过程中发生两次以上的构造运动,造成成矿热液多次上升,其中以第二期铅锌萤石脉具工业价值,第三期含少量硫化物,无工业意义。从北向南具有水平分带特征:李家湾到潘家冲段为石英细脉铅锌银矿化带,潘家冲到银洞坡段为萤石铅锌矿带,银洞坡到封洞为石英铅锌矿化带,封洞以南为铅锌萤石矿带。

### 3.2 岩浆岩控矿

北东向深断裂控制岩浆岩在成矿带的总体分布,南北向构造控制岩浆岩的定位,印支—燕山期丫江桥复式花岗岩体定位于丫江桥复背斜轴部,控制矿产的分布<sup>[1,11]</sup>。丫江桥酸性岩浆与富含铅、锌、钡及钙质的冷家溪群岩层混熔,加强了成矿富集作用。丫江桥侵入体前沿自内向外

有明显的分带:高温 W、Mo、U 组合—高中温 W、Pb、Zn 或 W、Sn、Cu 组合—中温 Pb、Zn、Cu 组合—低温 Ag、Au、Pb、Zn、Cu 组合,具有“五层楼模式”的成矿特征<sup>[12-21]</sup>,区域内已发现铅、锌、钨、钼、铜、铀矿床(点)26 处<sup>[1]</sup>。

## 4 矿床成因分析探讨

该矿床位于沿区域浅变质岩地层中分布的断裂构造带内,严格受断裂构造控制。矿体形态、产状与断裂构造带一致,多呈脉状、透镜状,成群成带出现,与围岩界线清晰。笔者认为,成矿期可分为导矿容矿构造形成、成矿物质组分迁移和成矿物质形成三个时期(如图 5 所示)。

### 4.1 成矿空间(断裂构造带)形成

矿区大地构造位置为湘东断隆带中部,该断隆带处于扬子地台与南华活动带碰撞接触带附近<sup>[22,23]</sup>。两构造带碰撞挤压形成该区域的复式褶皱带,其中潘家冲背斜属该区域复式褶皱中的局部隆起。在构造应力作用下,区域浅变质岩张性裂隙沿北北东向发育,形成早期的区域性大断裂,为后期热液成矿物质组分的迁移、充填聚集提供了通道和场所,是该区域的导矿容矿构造。

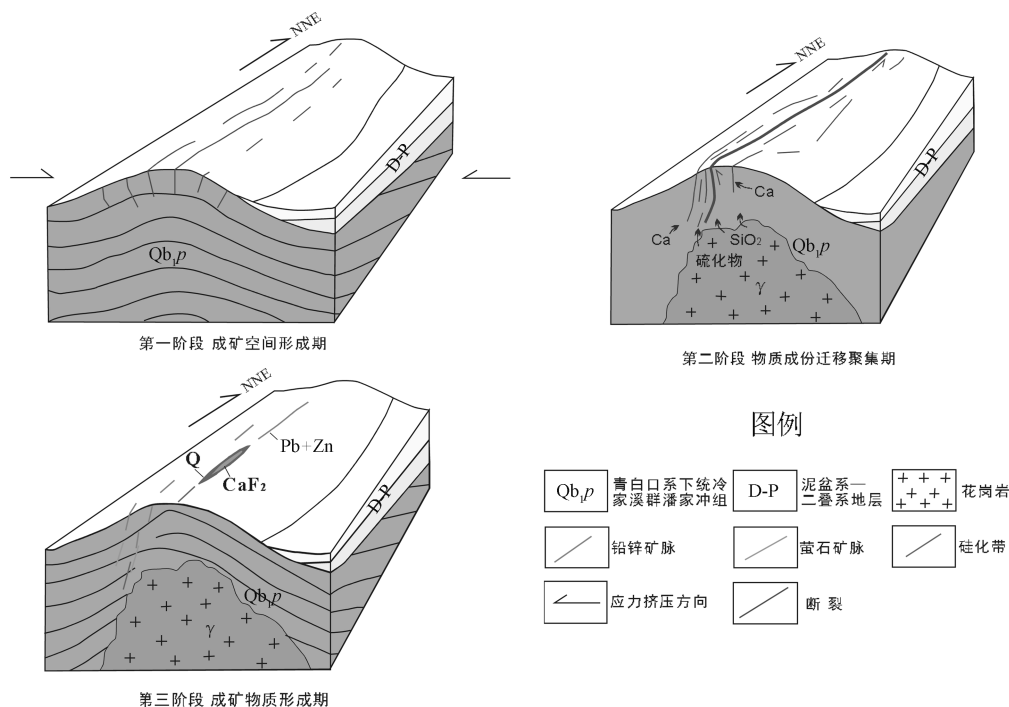


图 5 潘家冲矿区成矿模式示意图

### 4.2 成矿物质组分迁移

随着深部岩浆的侵入,对区域浅变质岩向上形成推力,加速了地层的隆起。在此过程中沿区域性断裂方向再次派生次级张性裂隙(断裂带)。次级断裂带规模不大,成群成带分布。多期次构造应力作用下,次生张性裂隙(断裂带)再次沿着原来张性裂隙脆弱处沿走向倾向进一步扩大。岩浆侵入过程形成大量的高温高压气成热液,同化混染周围的围岩,摄取了围岩中的钙离子,与岩浆气成热液中的氟离子、二氧化硅、硫化物等成矿物质沿张性裂隙迁移、充填聚集,最终在一定的空间中富集成矿。

### 4.3 成矿物质形成

潘家冲铅锌萤石矿热液成矿物质形成可分为三个阶段(表2):

(1)少硫化物石英阶段:当矿液沿裂隙上升后,矿液中所富含的硅质在中低温环境下向围岩和破碎带的角砾进行了强烈的硅化作用,随着温度的降低和溶剂的减少,所携带的金属矿物呈块状沉淀下来。这一时期的特征是胶结了所有前期破碎的角砾,并被后期小石英脉所穿插。金属矿物有方铅矿、闪锌矿、黄铜矿等。

(2)萤石-多金属硫化物阶段:随着硅化期的进行至结束进入萤石期,该期是以萤石沉淀为主,并伴有金属矿物的沉淀。金属矿物有方铅矿、闪锌矿、黄铜矿等。此阶段矿物生成顺序大致为:石英—萤石—闪锌矿—方铅矿—黄铜矿。本期特征:闪锌矿和方铅矿呈带状分布在萤石体两侧;萤石呈团块状、碎块状和脉状分布。萤石

脉纯度高无硅化现象,仅有后期石英细脉穿插;团块状、碎块状萤石和围岩角砾被硅质所胶结,形成基底式胶结特征。

(3)石英-碳酸盐阶段:本期是矿化活动的晚期,形成的矿物有石英、萤石、方解石、含镁锰碳酸盐矿、方铅矿、黄铜矿等。矿石为条带状、细脉状和晶洞构造。本期特征是:硅化带和萤石脉局部被石英脉穿插;破碎的萤石角砾再次被胶结;金属矿物呈浸染状和自形晶结晶于晶洞中;条带状构造和晶洞发育;晶洞中有方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、石英、萤石、方解石和含镁锰碳酸盐矿等矿物晶体。

综上所述,潘家冲铅锌萤石矿矿床为受构造控制的热液充填型脉状共伴生铅锌硫化物萤石矿床。

## 5 结论

(1)潘家冲铅锌萤石矿主要受北北东向构造破碎带和丫江桥复式花岗岩体控制,矿体总体走向30~40°,成群成带分布,倾向北西,倾角60~87°。

(2)矿区V1号脉以硅化破碎带萤石矿石为主,硅化破碎带铅锌矿石次之;V13号脉以纯萤石矿石为主,硅化破碎带萤石矿石、硅化破碎带铅锌萤石矿石次之。

(3)潘家冲铅锌萤石矿矿床为受构造控制的热液充填型脉状共伴生铅锌硫化物萤石矿床,成矿期可分为导矿容矿构造形成、成矿物质组分迁移和成矿物质形成三个阶段,其中成矿热液来

表2 潘家冲矿区矿石矿物生成顺序表

矿物名称	成矿期(先—后)			说明
	少量硫化物 石英阶段	石英多金属 硫化物阶段	石英碳酸盐 阶段	
石英	■■■■■	■■■■■	■■■■■	脉状,胶结破碎的角砾
方铅矿	■■■■■	■■■■■	■■■■■	呈块状、角砾状、条带状含石英脉中
闪锌矿	■■■■■	■■■■■	■■■■■	呈块状、角砾状、条带状含石英脉中
黄铜矿	■■■■■	■■■■■	■■■■■	呈点状含于石英中,微量
萤石		■■■■■	■■■■■	块状,局部破碎成角砾被后期石英胶结
方解石			■■■■■	多呈自形、结晶于晶洞中
含镁锰碳酸盐			■■■■■	多呈自形、结晶于晶洞中
黄铁矿			■■■■■	呈立方体、五角十二面体分布于石英、萤石

源于深部和边部的岩浆热液,导矿容矿构造为扬子地台与南华活动带碰撞衍生形成的北北东向区域性断裂,成矿物质形成可分为三个阶段,分别为少硫化物石英阶段、萤石-多金属硫化物阶段和石英-碳酸盐阶段。

#### 参考文献(References):

- [1] 潘莉,张永忠,刘旭,等.潘家冲-丫江桥铅-锌多金属矿区成矿预测研究[C]//中国矿物岩石地球化学学会;中国科学院地球化学研究所.中国矿物岩石地球化学学会第12届学术年会论文集.中国贵州省贵阳市,2009:234-234.
- [2] 彭剑刚,沈赵明.明月峰矿区铀成矿地质条件分析[J].广东科技,2008,17(03):186-187.
- [3] 邵拥军,韩润生,戴前伟,等.钦杭成矿带湘南段铜锡多金属矿产深部探测技术示范[J].中国科技成果,2022,23(02):8-11.
- [4] 戴雪灵,邓湘伟,刘继顺.杭带锡田合江口锡钨矿床流体包裹体和稳定同位素特征[J].矿产勘查,2018,9(06):1134-1144.
- [5] 邓湘伟,戴雪灵,刘广东,等.钦-杭缝合带锡田合江口SP花岗岩地质地球化学特征及其对比研究[J].矿物岩石,2012,32(02):45-55.
- [6] 刘元汉.某些地球化学方法在潘家冲断裂带中的找矿研究[J].湖南地质,1992,11(S1):70-73.
- [7] 杨雍,黄韬,刘忠法.潘家冲铅锌矿区地质特征及控矿因素分析[J].山西建筑,2009,35(15):87-89.
- [8] 潘莉,张永忠,陈星霖.潘家冲铅锌矿床地质特征[J].山西建筑,2009,35(14):87-88.
- [9] 谭超,张洋.潘家冲地区石英脉型铅锌矿和石英脉型黑钨矿的成矿预测及成矿模型[J].世界有色金属,2020,45(12):100-101.
- [10] 熊作胜,刘旭,何春明,等.湘东丫江桥岩体西接触带铀多金属矿成矿地质条件及找矿前景探讨[J].湖南理工学院学报(自然科学版),2015,28(02):74-80.
- [11] 王诗龙,郭宗.湘东北地区钨矿地质特征及找矿方向浅析[J].世界有色金属,2021,46(13):180-181.
- [12] Phillips W J. 1972. Hydraulic fracturing and mineralization. J. Geol. Soc., 128: 337 ~ 359.
- [13] Sibson R H, Moore J M, Rainkin A H. 1975. Seismic pumping hydrothermal fluid transport mechanism. J. Geol. Soc., 231: 653 ~ 659.
- [14] 邱瑞龙.瑶岗仙“五层楼”式脉钨矿床围岩蚀变研究[J].矿床地质,1984,3(02):68-75.
- [15] 许建祥,曾载淋,王登红,等.赣南钨矿新类型及“五层楼+地下室”找矿模型[J].地质学报,2008,87(07):880-887.
- [16] 徐喆,张芳荣,张福神,楼法生,张勇,潘家永,吴正昌,贺彬,周渝,符海明.江西硬岩型锂矿类型划分及其找矿启示[J].华东地质,2024,45(01):62-77.
- [17] 汪劲草,韦龙明,朱文凤,等.南岭钨矿“五层楼模式”的结构与构式——以粤北始兴县梅子窝钨矿为例[J].地质学报,2008,87(07):894-899.
- [18] 陆凡,张勇,张雪辉,莫子奋,吕劲松,武彬.赣东北茶坑花岗岩斑岩锆石U-Pb年代学、地球化学特征及地质意义[J].华东地质,2023,44(01):39-50.
- [19] 韦龙明,田晗钰,袁琼.石英脉型钨矿“五层楼”模式的研究进展[J].中国钨业,2018,33(05):1-6.
- [20] 林明智.丰收式稀有金属矿床“五层楼+地下室”勘查模型[J].矿产勘查,2019,10(01):102-107.
- [21] 占岗乐,吴火星.江西南城小竺萤石矿成矿作用及找矿方向[J].华东地质,2021,42(03):302-309.
- [22] 陈凌云,张忠伟.加里东期扬子板块与南华活动带在广西境内分界线的探讨[J].南方国土资源,2003,20(12):18-19+25.
- [23] 张长青,郑瑜林,李扬林,等.扬子地台西南缘铅锌成矿作用与找矿模型[J].矿产勘查,2023,14(09):1545-1569.

#### 作者简介:

第一作者/通讯作者:李兴,1989年生,男,湖北荆州人,硕士,湖南黄金集团地质勘探有限责任公司,地质工程师,主要研究方向为地质矿产勘查。Email:leex0226@sina.com

## Geological Characteristics and Genesis of Panjiachong Lead – Zinc Fluorite Deposit in Liling

LI Xing<sup>1\*</sup>, CHEN Jihua<sup>2</sup>, TANG Kai<sup>2</sup>, AI Yue<sup>1</sup>

(1. Hunan Gold Group Geological Exploration Co., Ltd., Changsha 410100, China

2. Hunan Mineral Resources Group Co., Ltd., Changsha 410100, China)

**Abstract:** The Panjiachong lead – zinc fluorite deposit in Liling is an important large – scale fluorite deposit on the Qinhang tin – lead – zinc polymetallic mineralization belt with a long history of mining. However, the research on the ore controlling factors and mineralization models in the mining area is relatively less. This article analyzes the characteristics of the deposit, ore types and mineral generation sequence, and it's found that the Panjiachong lead – zinc fluorite deposit is mainly controlled by the north northeast trending structural fracture zone and the Yajiangqiao complex granite body. The formation of ore – forming materials can be divided into the quartz stage with low sulfide, fluorite – polymetallic sulfide stage, and quartz – carbonate stage. The genesis of the deposit belongs to the hydrothermal filling type vein associated lead – zinc sulfide fluorite deposit controlled by the structure, which provides important guidance for the next step of mineral exploration.

**Key words:** Panjiachong; lead – zinc fluorite deposit; ore controlling factors; deposit genesis