

# 贵州习水谢家坝铅锌矿地质特征及成因类型

陈云明, 刘志臣, 李刚成, 铁永洪

(贵州省地矿局 102 地质大队, 贵州 遵义 563003)

**摘要:**对贵州习水谢家坝铅锌矿床的地质特征、矿石特征开展综合分析,并根据“密西西比型”矿床的主要识别标志进行对比分析,探讨谢家坝铅锌矿床成因类型,并总结找矿标志,为下一步找矿勘查提供理论依据。本区铅锌矿体赋存于震旦系上统灯影组上部白云岩地层中,沿着桑木场背斜轴部方向产出,严格受地层、断层裂隙控制,以铅锌矿石为主,伴生重晶石和萤石,围岩蚀变主要为黄铁矿化、弱白云石化、强重晶石化、弱硅化 4 种类型,其成矿模式主要为流体运移-混合模式,找矿标志主要为地层标志、构造标志、地表露头矿化标志。其地质特征、矿床特征、矿石特征与扬子地块中川滇黔地区灯影组地层铅锌矿床特征进行对比,对比结果显示谢家坝铅锌矿床成因类型为“密西西比型”矿床,即 MVT 型矿床。

**关键词:**贵州习水;铅锌矿;矿床特征;成因类型

**中图分类号:**P618.42,P618.43 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9102(2014)04-0042-05

## Ore deposit geology characteristics and genetic types of Xiejiaba Lead - Zinc Deposit in Xishui County of Guizhou Province

CHEN Yunming, LIU Zhichen, LI Gangcheng, TIE Yonghong

(The 102 Geological Team, Guizhou Bureau of Exploration and Development of Geology and Mineral Resources, Zunyi 563003, China)

**Abstract:** This paper makes a comprehensive analysis of geological characteristics, ore characteristics of the Xie Jiaba pb - zn deposit of Guizhou Province. According to the “Mississippi” type ore deposits on the identification of the comparison and analysis, this paper also explores the Xiejiaba deposit genetic type, and summarizes the ore - prospecting criteria, so as to provide a theoretical basis for the prospecting exploration in the future. The pb - zn orebody occurs in the Dengying group on the sinian system in the upper part of the dolomite strata, along the Shangmuchang field output anticline axis direction, and is strictly controlled by strata, fault. It is mainly lead and zinc ore, barite and fluorite associated. The wall rock alteration includes four types, i. e. pyrite, strong weak dolomitization, barite, weak silicification. As to the main metallogenic model for fluid migration - mixed mode, prospecting marks are mainly stratigraphic, structural marks, surface outcrop mineralization. It is the geological characteristics, ore deposit, ore characteristics and Sichuan - Yunnan - Guizhou region group of Yangtze massif, comparing with the formation characteristics of pb - zn deposit. The comparison results show that the Xiejiaba pb - zn deposit genetic types is “Mississippi” type ore deposit, namely the MVT type deposit.

**Key words:** Xishui County of Guizhou Province; lead - zinc deposit; deposit features; genetic types

贵州省是我国的铅锌矿产地之一,本区自 20 世纪 60 年代开展过铅锌矿找矿工作以来已发现较多矿点,但迄今尚未发现较大规模的矿床,未开展过系统的铅锌矿矿床地质研究工作,研究程度较低,前人仅对桑木场铅锌矿成矿带地质特征及找矿

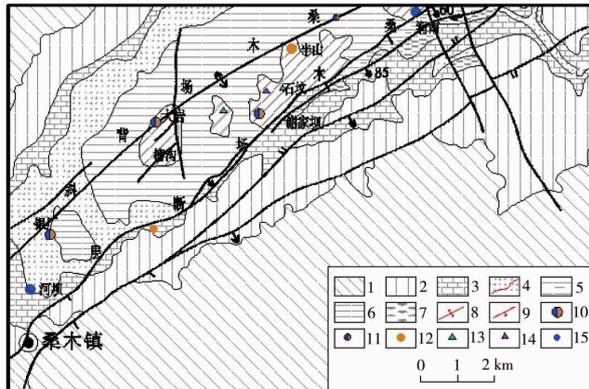
潜力进行过分析研究<sup>[1]</sup>,对本区的矿床成因类型至今未进行过系统的划分,随着地质科研工作的不断深入和找矿勘查程度的不断提高,找矿工作已由地表逐渐转向深部,研究本区锌矿矿床地质特征及成矿类型,具有较大的科研和经济意义。本文拟

在综合分析研究区成矿地质背景、矿床特征的基础上,归纳矿床成因类型的识别特征,与区域内著名的“密西西比型”矿床(简称“MVT”矿床)识别特征进行对比,探讨本区矿床的成因类型,提出下一步的找矿方向。

## 1 矿床地质特征

### 1.1 区域地质背景

研究区位于扬子陆块南部被动边缘褶冲带,为典型的前陆褶皱-冲断带,以侏罗山式褶皱发育最好、分布广泛。次级构造单元为桑木场背斜<sup>[2]</sup>,该背斜北东端起于青龙阁附近,以 $20^\circ$ 倾角倾没,南西端被北东向的向家场断裂切失。轴向 $40^\circ \sim 50^\circ$ ,核部有多处出露了晚震旦世灯影组白云岩。北西翼为寒武纪-晚白垩世地层,南东翼为寒武纪-中侏罗世早期地层,志留系形成圈闭,轴部倾角 $2^\circ \sim 7^\circ$ ,两翼一般在 $15^\circ \sim 35^\circ$ 。背斜南东翼及近轴部形成的走向断裂较为发育,主要有桑木场断裂、马黄沟断裂、良房咀断裂等,构成典型的褶皱-推覆构造。区域内出露地层主要以早古生代地层为主体,出露最早地层为震旦系上统灯影组,最新为第四系(Q),缺失志留系中上统( $S_{2-3}$ )、泥盆系(D)、石炭系(C)、二叠系下统( $P_1$ )等地层。见图1<sup>[1]</sup>。



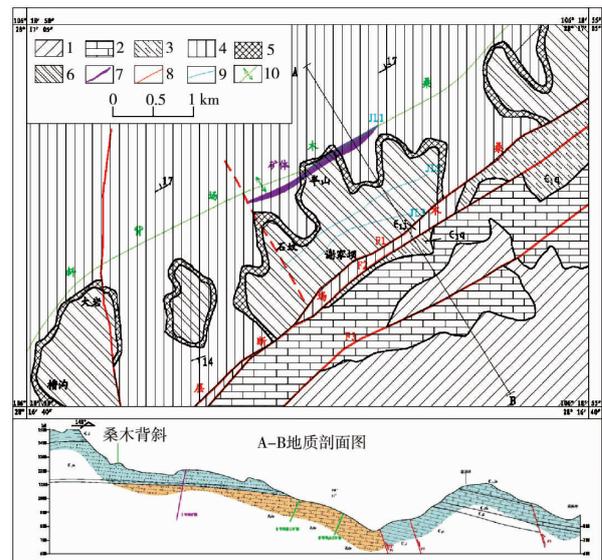
1:奥陶系以新地层;2:娄山关组;3:高台组;4:清虚洞组;  
5:金顶山至明心寺组;6:寒武系下统;7:灯影组;8:背斜;  
9:断层;10:小型铅锌矿床;11:铅锌矿点;12:锌矿点;  
13:铅矿点;14:重晶石矿点;15:萤石矿点

图1 桑木背斜铅锌矿(床)点分布及地质略图

### 1.2 研究区地质

研究区出露地层主要有:震旦系上统灯影组( $Z_2dn$ )、寒武系下统牛蹄塘组( $\epsilon_1n$ )、明心寺组( $\epsilon_1m$ )、金鼎山组( $\epsilon_1j$ )、清虚洞组( $\epsilon_1q$ ),中统高台组( $\epsilon_2g$ )、石冷水组( $\epsilon_2sh$ ),中上统娄山关组( $\epsilon_{2-3}ls$ )、第四系(Q)。其中赋矿层位主要为震旦系上统灯影组( $Z_2dn$ )为灰、浅灰色微晶~细晶白云岩、硅质白云岩,具块状、条带状、层理构造,夹硅质条带和小透镜体,含黄铁矿,局部晶洞、溶孔发育,该组厚1200 m左右。见图2。

研究区总体构造为一不完整的北东-南西向的背斜构造,桑木场背斜带构造轮廓定型于燕山期地壳运动,构造形迹表现主要为北东向褶皱和断裂。主要发育一组北东-南西向与桑木场背斜轴走向近于平行的断裂构造,桑木场断裂具先压扭后拉张的特征,其次为近北东向断裂。背斜核部地层为震旦系上统灯影组( $Z_2dn$ ),背斜北西翼地层大多呈单斜产出,倾向 $289^\circ \sim 333^\circ$ ,倾角 $7^\circ \sim 34^\circ$ 。背斜南东翼地层受F1等断层的影响,倾向 $93^\circ \sim 322^\circ$ ,倾角 $23^\circ \sim 34^\circ$ ,出露地层不完整。研究区东南部发育3条北东-南西向断层F1,F2,F3,对现有矿体未构成破坏,除断层外,已知发育3条节理,即JL1,JL2,JL3。JL1长约1.16 km,产状 $335^\circ \angle 76^\circ$ ,节理面平整,无擦痕、阶步等错动痕迹,JL1控制区内铅锌矿体的产出。JL2,JL3中有重晶石产出。总体来看,区内主要构造与桑木场背斜轴走向基本平行。



1:寒武系中上统娄山关组;2:寒武系中统高台组;  
3:寒武系下统清虚洞组;4:寒武系下统明心寺组和金鼎山组;  
5:寒武系下统牛蹄塘组;6:震旦系上统灯影组;7:铅锌矿体;  
8:断层及编号;9:节理及编号;10:背斜轴

图2 谢家坝铅锌矿地质简图

### 1.3 矿体特征

研究区内矿体赋存于震旦系上统灯影组地层内,矿石以铅锌矿为主,共生重晶石和萤石。矿体呈脉状、囊状、小透镜状产出,严格受节理JL1的控制,沿节理的派生裂隙发育少量闪锌矿,矿体与围岩界面清晰。矿体产状平均倾向 $335^\circ \angle 79^\circ$ ,矿体厚度为0.10~6.30 m,锌(Zn)的品位为1.51%~9.71%,共生重晶石、萤石<sup>[1]</sup>。

### 1.4 矿石特征

研究区中矿石矿物有11种(方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、重晶石、萤石、石英、异极矿、绿泥石、高岭石、绿帘石、白云石),其中硫酸盐约占71%,硫化物约占9.8%,氧化物约占8%,卤化物约占3.5%,

碳酸盐约占7.4%,硅酸盐的含量极少.主要的有用矿物为闪锌矿、方铅矿、重晶石、萤石,主要的脉石矿物为石英和白云石,矿石矿物成分较为简单(图3a).Pb平均品位 $0.27 \times 10^{-2}$ ,Zn平均品位 $2.27 \times 10^{-2}$ ,BaSO<sub>4</sub>含量一般0.28%~58.64%,CaF<sub>2</sub>含量一般0.40%~49.32%.

矿石矿物闪锌矿呈自形-半自形粒状,浸染状或脉状分布于矿石中,与重晶石、萤石等共生,部分与方铅矿共生,一般粒度在0.04~0.30 mm之间,具网格状构造(图3b).部分闪锌矿中包含着细小颗粒的石英,这些石英的粒度在0.02~0.10 mm

之间.方铅矿呈它形粒状,多与黄铁矿、闪锌矿共生,或分布于透明矿物的颗粒之间,偶见包裹于闪锌矿中,粒度在0.03~0.40 mm之间(图3c).黄铁矿呈它形粒状,星散状分布于矿石中,部分与闪锌矿或方铅矿共生,粒度在0.01~0.20 mm之间(图3d).重晶石呈板状、它形粒状,大多与石英、萤石等混杂共生,部分独立组成矿石,粒度一般在0.05~2.00 mm之间.萤石是少量的矿石矿物,呈半自形-它形粒状,与石英、重晶石等共生,部分颗粒较大,一般粒度在0.05~3.00 mm之间,最大5 mm.还有石英、异极矿、白云石等矿物分布.

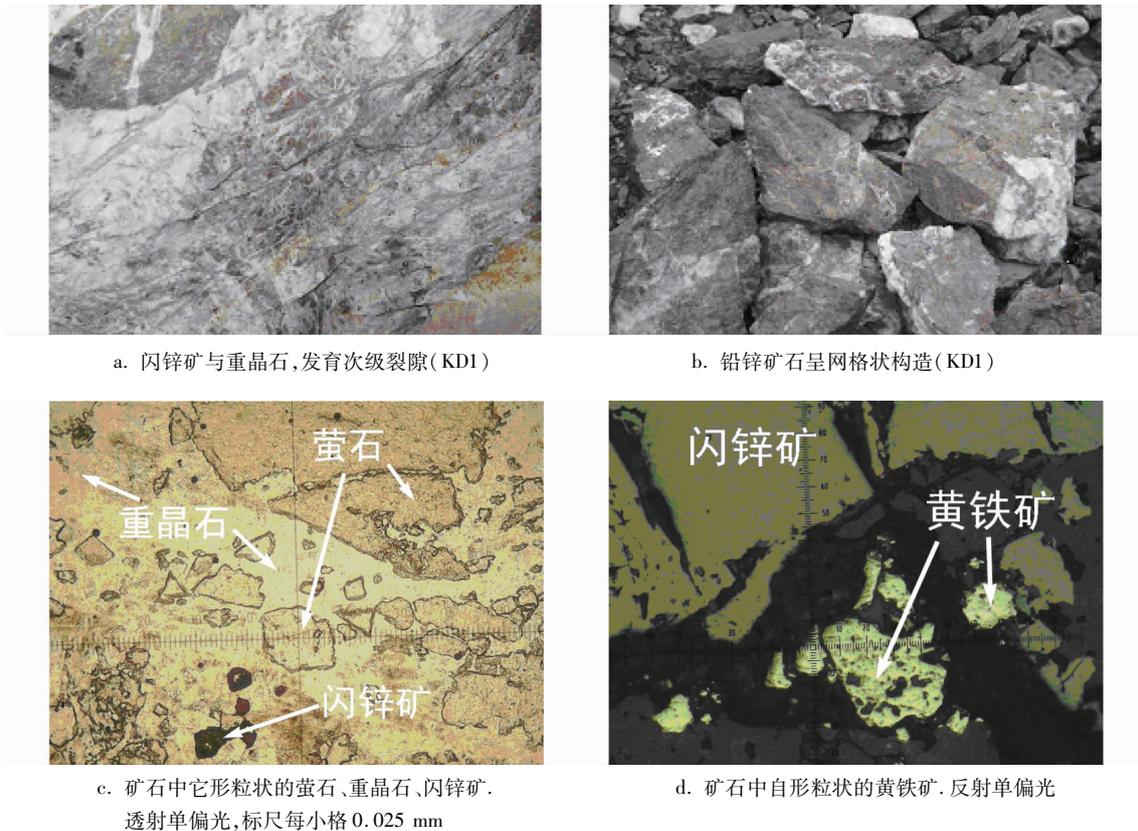


图3 谢家坝铅锌矿矿石特征图

### 1.5 围岩蚀变

围岩蚀变依次为黄铁矿化-弱白云石化-强重晶石化-弱硅化4种类型:

1)与微弱黄铁矿化相关的次生蚀变结构:蚀变矿物黄铁矿呈半自形-自形细粒-显微粒状晶体(结晶粒度 $<1.00$  mm)不均匀分布于矿石之中.

2)与(微)弱白云石化相关的次生蚀变结构:蚀变矿物白云石呈自形-半自形细粒-显微粒状晶体(结晶粒度 $<1.00$  mm)不均匀分布于矿石之中.

3)与强重晶石化相关的次生蚀变结构:蚀变矿物重晶石呈自形-半自形粗-中-细粒-显微板状晶体(结晶粒度 $<10.00$  mm)不均匀分布于矿石之中.

4)与弱硅化相关的次生蚀变结构:蚀变矿物石英呈它形-半自形细粒-显微粒状晶体(结晶粒度 $<3.00$  mm)不均匀分布于矿石之中.

## 2 矿床成因类型

### 2.1 MVT型铅锌矿床识别特征

密西西比河谷型矿床在全球许多地区均有分布,最典型的为美国中部密西西比河流域成矿带,以发现早、规模大、研究程度深而著称,因此,将此类矿床称为“密西西比河谷型”或“密西西比型”矿床(简称“MVT”矿床).MVT矿床主要具有以下识别特点<sup>[3,4]</sup>:(1)矿床产出于造山带边缘前陆环境或靠近克拉通一侧的沉积盆地环境;(2)容矿围岩以白云岩为主,仅有少数矿床产于灰岩中;(3)矿床具有后生特征,其形成与岩浆活动无直接联系;(4)可发育层控的、断层控制以及受喀斯特地形控制的矿体,矿体形态变化较大,可以为层状、筒状、透镜状、不规则状等;(5)矿物组合简单,主要为闪

锌矿、方铅矿、黄铁矿、白铁矿、白云石、方解石和石英,仅在少数矿区发育重晶石和萤石;(6)硫化物通常交代碳酸盐岩或充填,组构变化较大,矿石由粗粒到细粒,由块状到浸染状;(7)围岩蚀变主要有白云岩化、方解石化和硅化,主要涉及围岩的溶解作用和重结晶作用等;(8)最重要的控矿因素为断层、破碎带等;(9)成矿流体为低温中盐度盆地流体;(10)金属和硫具有壳源特征。

总体上,MVT矿床包括以碳酸盐岩为围岩的后生低温Pb-Zn矿床、交代碳酸盐岩的相对较高温爱尔兰型Pb-Zn矿床、以碳酸盐岩为围岩的萤石-重晶石矿床等<sup>[5]</sup>。

## 2.2 矿床成因类型

寒武系灯影组白云岩中的铅锌矿床,是川滇黔铅锌成矿带中重要的一类矿床,在川南至滇北地区,已发现多个大、中、型矿床,有唐家、团宝山、赤普、天宝山、大梁子、金沙厂及茂租等矿床<sup>[6-17]</sup>,这些矿床以似层状和脉状为主,直接受构造-地层组合类型的控制,矿床具明显的后生特点,构造控矿十分突出。矿化以充填为主,明显穿切岩层而具后生特点,不同级别的构造对矿带、矿群的展布、矿床的定位乃至矿体形态均有重要的控制作用,矿带主

要沿不同方向的断裂构造带及两侧的次级断裂分布,这些断裂常构成大中型矿床的容矿构造,如天宝山、大梁子及唐家等矿床,其矿体形态常以筒柱状、大脉状为主。研究发现,这些矿床具有明显的MVT矿床(密西西比河型)特征。

研究区铅锌矿体沿谢家坝背斜及谢家坝断裂平行分布于次级裂隙中,矿体产状陡立的呈脉状分布,倾向上延伸长度不等,裂隙破碎带沿倾向逐渐变窄,桑木场背斜核部灯影组地层出露区已见多处矿点(化)分布,说明其成矿区域较大,且周边未发现与成矿有关的岩浆岩。含矿层位为寒武系灯影组碳酸盐岩建造中,区内灯影组白云岩孔隙发育,并临近下寒武统牛蹄塘组黑色砂泥岩,表明铅锌矿床属后生矿床。矿体发育于易破碎的厚层状白云岩构造裂隙中,以脉状产出为主,一般含隧石条带,矿物成分较简单主要为方铅矿和闪锌矿,脉石矿物为白云石、重晶石、萤石等,围岩蚀变和矿物组合均反映形成于低温环境,无高温矿物。通过谢家坝铅锌矿地质特征与扬子台缘型铅锌矿床地质特征进行对比(表1)<sup>[18]</sup>,谢家坝铅锌矿与这些矿床有明显的相似性,认为谢家坝铅锌矿与所对比矿床特征基本相似,认为本区铅锌矿床类型为MVT型矿床。

表1 谢家坝铅锌矿地质特征与扬子台缘MVT型铅锌矿对比

矿床名称	控矿地层		控矿构造	矿体特征				矿石特征				围岩蚀变	成矿模式		
	层位	岩性		形态	产状	长度/m	厚度/m	矿石类型	主要金属矿物	主要脉石矿物	结构			构造	金属含量/%
会东大梁子、会理天宝山	灯影组为主	白云岩为主,次有白云质灰岩、砂页岩	东西向断裂为主,次为拱形,次级裂隙	脉状为主,次有透视镜状、串珠状、囊状	倾向北、西、北东,倾角0°~85°	一般100~300,最长630	一般1~10,最大163	硫化矿和氧化矿	闪锌矿为主,次为方铅矿	白云石、石英、方解石、绢云母、玉髓、重晶石	不等粒状、乳浊状、残余胶状、充填交代等	细脉浸染状、块状、角砾状	Pb:0.01~4.22; Zn:0.97~27.07,最高45.74	硅化、碳酸盐化、白云石化、绢云母化、炭化、黄铁矿化	流体运移模式
甘洛赤普、汉源团宝山	灯影组为主,陡山沱组次之	白云岩为主,次有白云质灰岩、硅质灰岩、灰岩	南北向断裂层间破碎带	似层状、透视镜状、脉状	倾向东或西,次为北东,倾角多数较缓	3~2400	0.1~30.8	硫化矿和氧化矿	闪锌矿、方铅矿	石英、白云石、方解石、重晶石、萤石	它形自形粒状、土状、斑点状	块状、星散状、浸染状、角砾状	Pb:2~8; Zn:1~5	黄铁矿化、硅化、白云石化、碳酸盐化、重晶石化、炭化	流体运移-混合模式
湖北竹溪	灯影组为主	白云岩为主,次有白云质灰岩、灰岩、局部夹砂岩	北西、北东及南北断裂及东西向拱形层间破碎带	似层状、透视镜状为主,次为脉状	多为倾向东和南东,部分倾向北和西,倾角10°~60°	一般100~400,个别达690	一般2~5,部分大于10	氧化矿和混合矿	方铅矿为主,次为闪锌矿	重晶石、白云石、方解石、石英、萤石	粒状、镶嵌状交代残余或交代熔蚀	浸染状、脉状、块状、斑点状	Pb:0.4~33.5; Zn:0.02~3.60	硅化、白云石化、重晶石化、方解石化	流体运移-混合模式
宁南银厂沟	灯影组为主	白云岩为主,次有千枚岩、砂岩等	东西向大断裂旁或褶曲翼部次级断裂裂隙	脉状为主,次有透视镜状、似层状	倾向各个方向,倾角30°~85°	一般50~600,最长大于1400	一般1~6,最厚大于30	氧化矿和混合矿	闪锌矿、方铅矿	白云石、石英、黄铁矿、方解石、重晶石、萤石	它形自形粒状、包含结构、压碎结构、交代残余	块状、脉状、浸染状、角砾状、胶状	Pb:0.02~19.14; Zn:0.02~31.30	黄铁矿化、硅化、白云石化、碳酸盐化、重晶石化、炭化	流体运移模式
习水谢家坝	灯影组为主	白云岩、角砾岩	北东向构造的次级节理裂隙	脉状为主、透视镜状	倾向北西,倾角70°~83°	已发现矿体长440	一般0.10~6.30	原生矿为主	闪锌矿、方铅矿	黄铁矿、白云石、重晶石、石英、萤石	自形-半自形细粒-显微粒状晶体	浸染状、浸点状	Pb:0.02~0.85; Zn:0.03~10.27	微弱黄铁矿化、(微)弱白云石化、强重晶石化、弱硅化	流体运移-混合模式

对谢家坝铅锌矿床的形成过程进行了分析,在晋宁运动形成基底形成时,火山岩浆喷发给本区带

来了丰富的铅锌等成矿物质,为盆地演化阶段成矿物质的初步富集以及最终成矿准备了物质基础。在

晚震旦世时形成了透水性良好、全区分布的沉积盖层灯影组地层,在本区其厚度约为1 200 m,为成矿流体的流动提供了必要条件,成矿模式主要为流体运移-混合模式.燕山-喜山构造运动期间,地下水的大规模流动,当从造山带一侧(补给区)下渗的地下水在透水层中流动时,不断从地层中汲取矿化剂和成矿元素,互相混合,并从地热增温中获得热量,最终转化为成矿热液.当成矿热液遇到裂隙时,成矿热液便向上运移,随着热液稳定的降温,并在合适的成矿空间沉淀成矿<sup>[19]</sup>.

### 3 找矿标志

谢家坝铅锌矿床为MVT 锌铅矿床,以下标志是在区内乃至桑木场背斜带找寻铅锌矿体的主要标志:

1) 地层标志. 扬子地台地区灯影组是最主要的铅锌矿含矿位,上震旦世至寒武纪,扬子地台北缘沉积了巨厚的碳酸盐岩和碎屑岩<sup>[20]</sup>,普遍有同生沉积的铅锌矿化、黄铁矿化,是寻找铅锌矿的有利地段.

2) 构造标志. 与桑木场背斜和桑木场断裂近平行的派生节理,为矿物质的运移、富集起积极作用. 碎裂状白云岩常成为铅锌矿的赋矿围岩. 灯影组的短轴背斜有形成矿体的可能性.

3) 地表露头矿化标志.

4) 角砾岩标志. 本区矿化产于角砾岩中,角砾岩的形态变化较大,一般沿层或近于顺层展布的角砾岩矿化较好,角砾岩为重要的找矿标志.

### 4 结论

1) 谢家坝铅锌矿体严格受地层和构造裂隙控制,其中,断层裂隙是主要的控矿因素,围岩蚀变明显,主要以黄铁矿化、弱白云石化、强重晶石化、弱硅化为主.

2) 研究区的铅锌矿床与川滇黔地区MVT型铅锌矿床进行类比,认为谢家坝铅锌矿床成因类型属MVT型矿床,成矿模式初步分析为流体运移-混合模式.

3) 研究区中灯影组地层白云岩,沿地层走向方向分布的构造裂隙,以及地表的矿化特征为主要的找矿标志;初步认为本区有进一步找寻铅锌矿床的潜力.

**致谢:** 本文得到贵州省地矿局102地质大队总工程师王劲松高级工程师的指导,在此表示衷心的感谢!

### 参考文献:

[1] 刘金海. 贵州习水桑木场铅锌矿成矿带地质特征及找

矿潜力[J]. 贵州地质, 2010, 27(3): 193-197.

- [2] 贵州省地质矿产局. 贵州省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1982.
- [3] Leach D L, Sangster D F. Mississippi Valley - type lead - zinc deposits [M]. Geological Association of Canada Special Paper, 1993, 40: 289-314.
- [4] Leach D L, Sangster D F, Kelley K D, et al. Sediment - hosted lead - zinc deposits: a global perspective [J]. Economic Geology, 2005, 100: 561-607.
- [5] Paradis S, Hannigan P, Dewing K. Mississippi Valley - type lead zinc deposits (MVT) [EB/OL]. [http://gsc.nrcan.gc.ca/mindep/synth\\_dep/mvt/index\\_e.php](http://gsc.nrcan.gc.ca/mindep/synth_dep/mvt/index_e.php). 2005-01-15.
- [6] 芮宗瑶, 叶锦华, 张立生, 等. 扬子克拉通周边及其隆起边缘的铅锌矿床[J]. 中国地质, 2004, 31(4): 337-346.
- [7] 王奖臻, 李朝阳, 李泽琴, 等. 川滇地区密西西比河谷型铅锌矿床成矿地质背景及成因探讨[J]. 地质地球化学, 2001, 29(2): 41-45.
- [8] 邵世才, 李朝阳. 扬子地块西缘灯影组层控铅锌矿床成因的地球化学论证[J]. 矿物岩石地球化学通报, 1997, 16(1): 30-34.
- [9] 齐文, 侯满堂, 王根宝. 上扬子地台震旦系铅锌矿床类型及找矿方向[J]. 地球科学与环境学报, 2006, 28(2): 30-36.
- [10] 邵世才, 李朝阳. 扬子地块西缘震旦系灯影组层控铅锌矿床的成矿规律及形成超大型矿床的可能性[J]. 云南地质, 1996, 15(4): 345-350.
- [11] 邵世才, 李朝阳. 扬子地块西缘灯影组层控铅锌矿床成因的地球化学论证[J]. 矿物岩石地球化学通报, 1997, 16(1): 30-34.
- [12] 罗年华. 我国层控铅锌矿床某些地球化学特征及其找矿标志[J]. 地质与勘探, 1985, 21(2): 57-62.
- [13] 吴铁铮. 贵州层控型铅锌矿地质特征及成因探讨[J]. 贵州地质, 1987, 4(3): 351-361.
- [14] 陈毓川. 矿床的成矿系列研究现状与趋势[J]. 地质与勘探, 1997, 33(1): 21-25.
- [15] 祝新友, 汪东波, 王书来. 新疆塔木-卡兰古MVT铅锌矿带地质特征[J]. 有色金属矿产与勘查, 1997, 6(4): 202-207.
- [16] 燕长海, 宋要武, 刘国印, 等. 河南栾川杨树凹-百炉沟MVT铅锌矿带地质特征[J]. 地质调查与研究, 2004, 27(4): 249-254.
- [17] 金翔霖, 王东, 杨德传. 贵州威宁县云贵桥地区铅锌矿地质特征及找矿前景[J]. 贵州地质, 2009, 26(3): 189-192.
- [18] 陈云明. 贵州省习水县谢家坝铅锌矿床地质特征及成矿规律[D]. 武汉: 中国地质大学(武汉), 2012.
- [19] 铁永洪, 刘志臣, 张远国, 等. 贵州遵义锰矿地质特征及富集规律探讨[J]. 矿业工程研究, 2013, 28(3): 63-67.
- [20] 崔忠强, 刘志臣, 张远国, 等. 贵州遵义锰矿成矿环境分析[J]. 矿业工程研究, 2014, 29(2): 60-65.