

# 贵州镇宁乐纪大型重晶石矿床热水沉积岩相特征及其构造古地理单元



Pre-pub. on line: www.  
geojournals.cn/georev

苏特<sup>1)</sup>, 刘明民<sup>1)</sup>, 方维萱<sup>2)</sup>, 谢兴友<sup>1)</sup>, 刘灵<sup>3)</sup>, 李永刚<sup>3)</sup>

- 1) 贵州省地质矿产勘查开发局一〇三地质大队, 贵州铜仁, 554300;
- 2) 有色金属矿产地质调查中心, 北京, 100012;
- 3) 贵州省地质矿产勘查开发局一〇一地质大队, 贵州凯里, 556000

**内容提要:** 贵州镇宁乐纪泥盆系大型喷流沉积重晶石矿床位于扬子陆块西南缘, 矿石资源总量超 18 Mt。本文在已有研究成果基础上, 通过构造岩相学剖面测量与钻孔岩芯构造岩相学编录, 旨在对该区热水沉积岩相特征进行探讨, 进而剖析热水沉积盆地构造岩相古地理单元。研究成果表明, 该矿床重晶石热水沉积岩相系可以划分为重晶石热水同生沉积岩相、硅质—重晶石热水混合沉积岩相等 9 种不同的热水沉积岩相, 硅质热水沉积岩相系可以划分为含异源角砾硅质岩相、滑塌硅质角砾岩相等 6 种不同的热水沉积岩相, 它们形成的构造古地理单元为东特提斯有限洋盆北侧与扬子古陆缘之间的镇宁—紫云二级拉分断陷盆地, 乐纪重晶石矿床处于三级热水沉积盆地中, 受同生断裂相带控制; 乐纪三级陆缘断陷拉分盆地内构造地理单元可恢复为盆地边缘相、热水喷流通道相、洋盆平原相、盆地中心相、三级热水盆地围限构造岩相等 5 个盆内构造岩相古地理单元, 其中盆地中心相和热水喷流通道相为主要储矿构造岩相单元; 印支期构造叠加改造作用造成重晶石矿体局部增厚。

**关键词:** 乐纪; 重晶石矿床; 热水沉积岩相; 盆地构造; 岩相古地理

贵州镇宁乐纪泥盆系重晶石矿床在成矿区带划分上属于华南成矿省之桂西—黔西南—滇东(右江地槽) Au—Sb—Hg—Ag—Mn—水晶—石膏成矿区(Ⅲ-88), 是我国泥盆系规模最大的重晶石矿床。前人对该矿床开展了地质特征(鲍森等, 2020) 沉积特征(高军波等, 2012)、地球化学特征(高军波等, 2011, 2013a, 2013b)、矿床成因(张旭等, 2017a)、成矿规律(张旭等, 2017b)、成矿过程(涂灵玲等, 2025; 高军波等, 2024) 等研究, 基本认同该矿床是断裂控制的海底热水喷流沉积的产物, 但由于矿区复杂的叠加构造系统, 使得在矿床进一步发现与热水喷流作用相关的同生断裂直接证据较为困难。热水沉积岩相类型和特征研究是识别矿床—岩石成因的构造岩相学重要标志(郑荣才等, 2018; 杨喆等, 2018; 方维萱等, 1999, 2000a, 2000b, 2001a, 2001b), 在热水沉积岩相与构造古地理研究上, 需要遵循活动论构造古地理原理(吴根耀, 2005; 何登发等, 2020), 不但需要恢复热水沉积岩相和沉积盆地的

构造古地理单元位置、对沉积盆地围限条件和盆地内部构造岩相单元进行恢复, 也需要对盆地变形期和变形构造岩相叠加的构造古地理位置进行恢复, 最终有效地恢复成矿期和改造叠加成矿期的构造古地理演化历史, 更好地说明矿床形成的特殊性(方维萱和胡瑞忠, 2000a; 方维萱等, 2022, 2024)。

本文在前人研究成果的基础上, 结合近期野外调查的新认识, 进一步探讨该矿床的热水沉积岩相的分类及岩石学特征, 对热水沉积岩相类型、特征及其形成的构造古地理单元、次级热水沉积盆地围限条件和盆内构造岩相类型、改造叠加期特征进行研究, 以期为该区区域找矿预测提供科学依据。

## 1 区域地质背景

北西向水城—紫云—南丹晚古生代断裂跨越黔桂地区, 由该断裂控制的裂陷先后经历了志留纪发育—泥盆纪伸展—石炭纪断陷阶段—二叠纪—中三叠世晚期伸展, 共 4 个阶段演化过程(高军波等,

注: 本文为贵州省重晶石找矿预测与评价科技创新人才团队项目(编号: 黔地矿科合[2024]TD02号)的成果。

收稿日期: 2025-03-24; 改回日期: 2025-07-31; 网络首发: 2025-08-20; 责任编辑: 章雨旭。Doi: 10.16509/j.georeview.2025.08.115

作者简介: 苏特, 男, 1991年生, 工程师, 主要从事地质矿产勘查与研究; Email: 1933608078@qq.com。通讯作者: 方维萱, 男, 1961年生, 研究员, 博士生导师, 主要从事沉积盆地研究、矿产普查与勘探研究; Email: 569026971@qq.com。

2015)。泥盆纪时期,随着古特提斯洋的扩张,整个右江盆地进入了以伸展、断陷为主的阶段(陈洪德等, 1989), 水城—紫云—南丹同生断裂的伸展沉陷形成了裂陷槽和台沟(毛健全等, 1997), 为成矿物质富集提供了重要基础, 在构造古地理单元上, 研究区属古特提斯洋东支与扬子古地块陆缘之间, 受北西向同生断裂带控制的陆缘拉分断陷盆地。镇宁—紫云地区泥盆系重晶石矿床就位于陆缘拉分断陷盆地内三级热水沉积盆地中。重晶石矿体赋存于上泥盆统响水洞组(对应于榴江组)中下部, 赋矿岩层以硅质岩、碳泥质碳酸盐岩为主。由于水城—紫云—南丹断裂经历了长期复杂的构造演化过程, 区域以发育北西向线性构造为特征(王筑生等, 2000), 区域地层更多的是展现印支运动期的构造改造特征, 这导致了该区重晶石矿层在成矿后遭受了较大程度

的叠加改造。现今条件下, 矿层多分布于北西向顶红背斜和火烘背斜翼部(核部已剥蚀)(图1), 主要受晚古生代—中生代右江盆地印支期前陆冲断褶皱带控制, 这也是研究区经历了盆地变形期构造古地理(前陆冲断褶皱带)显著特征之一。

## 2 矿床地质特征

### 2.1 地层

矿床出露的地层由老到新依次为: 中泥盆统火烘组、上泥盆统响水洞组和代化组, 石炭系陆化组(图2)。火烘组主要岩性为黑色页岩、泥岩夹薄层砂岩、泥质粉砂岩及砂质页岩; 响水洞组(对应于榴江组)主要岩性为硅质岩夹重晶石层、硅质灰岩、黏土岩及泥晶灰岩等; 从火烘组向上迅速增深的沉积序列, 并向上演化为响水洞组硅质岩—重晶石层—

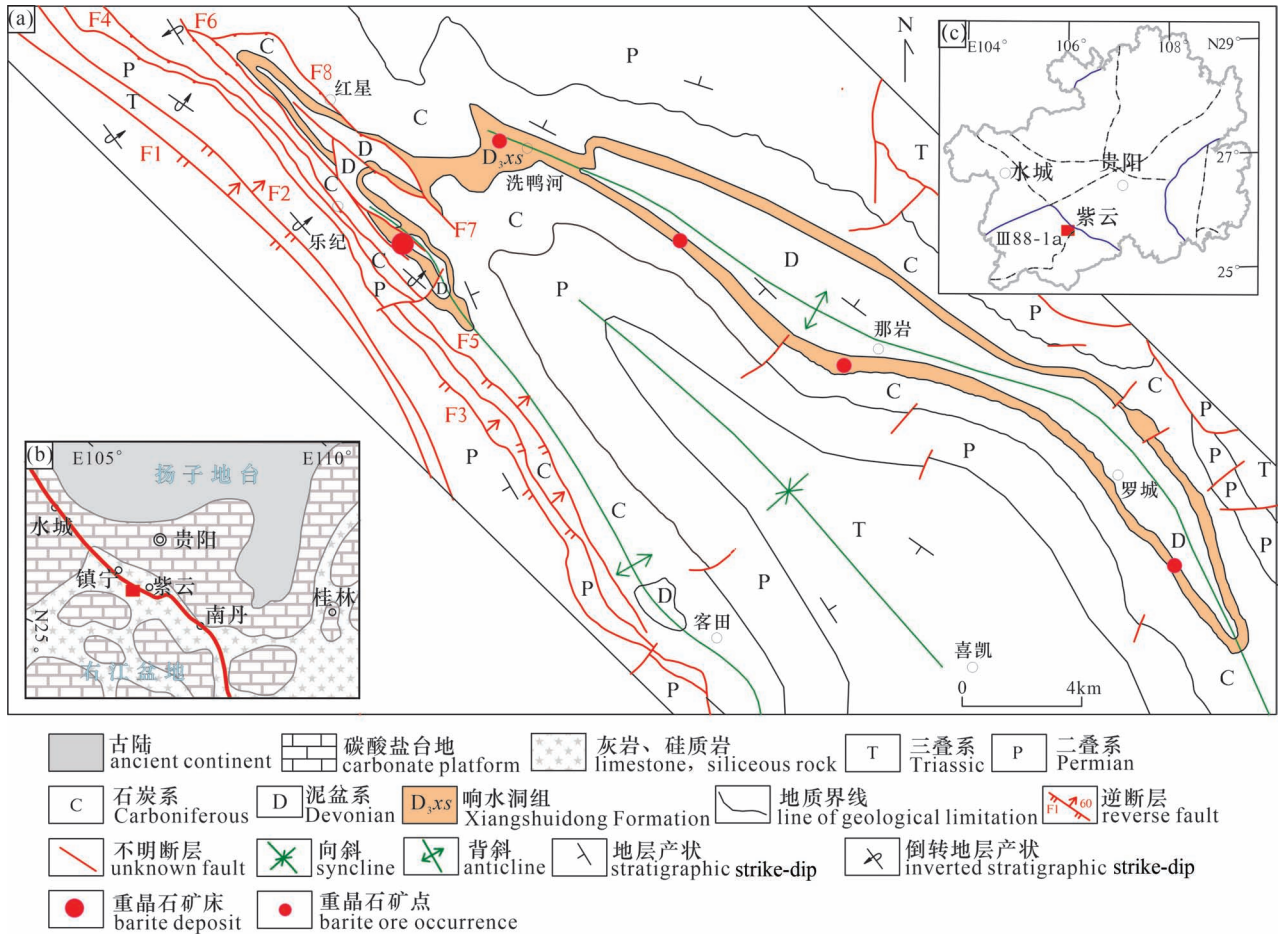


图1 贵州镇宁乐纪—紫云罗城地区区域地质简图

(据贵州省地质矿产勘查开发局—〇四地质大队[2018]<sup>①</sup>, 高军波等, 2015; 修改)

Fig. 1 Simplified regional geological map of Leji area, Zhenning County, and Luocheng area, Ziyun County, Guizhou (modified from Guizhou Geology and Mineral Resources Exploration and Development Bureau, 104 Geological Team[2018#]<sup>①</sup>; Gao Junbo et al., 2015&)

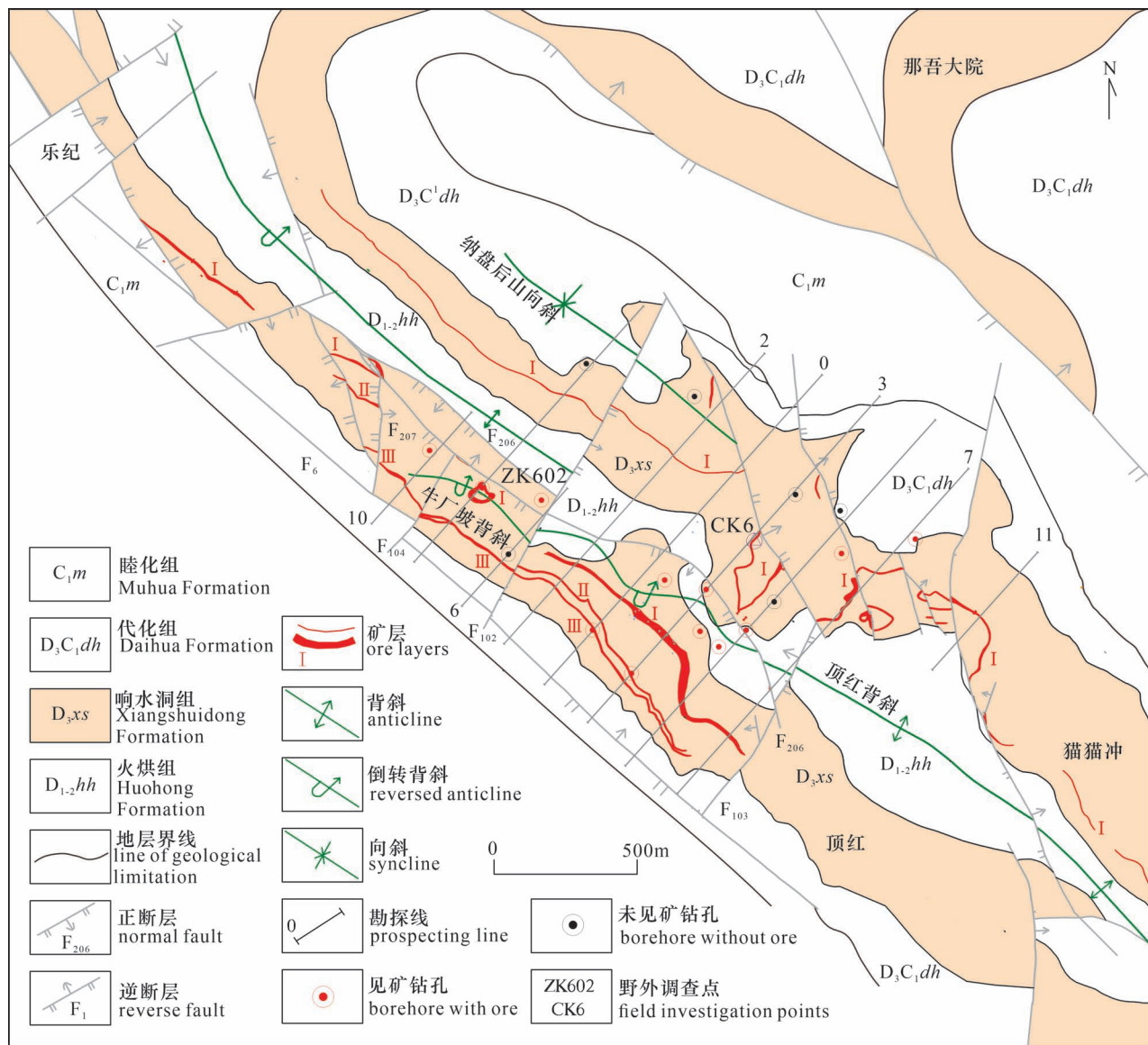


图2 贵州镇宁乐纪重晶石矿床地质简图(据贵州省地质矿产勘查开发局—〇四地质大队[2018]修改)

Fig. 2 Simplified geological map of the Leji barite deposit in Zhenning, Guizhou (modified from Guizhou Geology and Mineral Resources Exploration and Development Bureau, 104 Geological Team[2018#])

黏土岩等细粒泥质—硅质和重晶石热水沉积,指示了受陆缘同生断裂控制的断陷沉积体系,揭示了同生断裂—断陷沉积体系—同生断裂+热水沉积体系的构造古地理结构。代化组主要岩性为泥质条带、泥晶灰岩、瘤状灰岩夹硅质岩及碳质泥岩;睦化组主要岩性为灰岩、泥晶灰岩夹碳质页岩及硅质岩。重晶石矿层赋存于上泥盆统响水洞组中下部。

## 2.2 构造

矿床受印支期前陆冲断褶皱带(叠加改造期构造古地理单元)控制显著,叠加构造再造作用影响强烈,印支期构造十分发育,构造形迹可分为褶皱与

断裂。①褶皱轴向以北西向为主,变形严重,局部倒转,主要有顶红背斜、牛厂坡背斜、纳盘后山向斜等(图2);其中以顶红背斜规模最大,为紧闭倒转背斜,轴向北西,轴面倾向北东,核部地层为中泥盆统火烘组,北东翼地层倾向 $38^{\circ}\sim 81^{\circ}$ ,倾角 $26^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ,南西翼倒转,地层倾向 $43^{\circ}\sim 51^{\circ}$ ,倾角 $39^{\circ}\sim 83^{\circ}$ 指示了自北东向南西方向的强烈冲断—褶皱作用。②区内断裂以北西向和北东向为主,其次为近南北向,这种北东向、北西向和近南北向压扭性断层组与褶皱构造具有构造应力场的协调性。其中规模较大的断层主要有北西向F206、F6断裂及北东向F102、F103

等断裂,它们与褶皱共同控制了区内构造基本轮廓,形成了复杂的前陆冲断褶皱带构造体系(图2,图3),这些断层对北西向的背斜及区内重晶石矿层具明显的破坏作用,但在局部构造加积作用下,重晶石矿体增厚,形成了穿层叠加改造型重晶石脉体。

### 2.3 矿体特征

赋存于上泥盆系响水洞组中一下部的重晶石层自下而上可分为 I、II、III号重晶石矿层,各矿层间多由薄层硅质岩及铁质、凝灰质黏土岩分隔;矿体呈层状、似层状产出,其产状与地层产状基本一致;其中 I 号矿层厚 0.38~32.24 m,由条带状、纹层状重晶石层夹钙质同生角砾、砂岩、泥岩及硅质岩等组成,距下伏地层火烘组 10~50 m。II 号矿层厚 0.92~14.06 m,由块状、纹层状重晶石层夹硅质灰质同生角砾和硅质岩等组成;III 号矿层厚 1.10~9.66 m,由条带状重晶石层夹薄层硅质岩等组成。矿区重晶石层典型沉积序列剖面见图 4。矿层厚度较大部位,除初始沉积成矿期矿层厚度较大因素外,与印支期盆地变形改造期构造加积作用造成增厚密切相关。

### 2.4 矿石特征

重晶石矿床内矿石矿物主要为重晶石,脉石矿物主要为石英及少量黄铁矿、迪开石等;矿石结构类型主要表现为不等晶结构,矿石构造类型主要为纹层状构造、角砾状构造、碎屑状构造、条带状构造和致密块状构造,显示出明显的热液喷流沉积成矿特征。矿石 BaSO<sub>4</sub> 含量:73.74%~93.52%, SiO<sub>2</sub>:2.63%~61%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:0.08%~1.38%。

## 3 热水沉积岩相组合及岩相特征

热水沉积岩相是指有特定的岩性单位及其组合型式,由热水作用形成(方维萱等,2018),是热水沉积成矿盆地的重要物质组成(方维萱,1999)。开展热水沉积成矿盆地的研究,有利于指导大型—超大型矿床的勘查工作部署(方维萱等,2000a,2000b)。该理论已成功运用于秦岭造山带晚古生代沉积盆地中铜铅锌-金矿床集中区(方维萱等,2001a,2001b)、云南个旧钨铍镧多金属矿床集中区(方维萱等,2021)、云南墨江金矿(谢桂青等,2002)等多个矿田(床)边深部找矿预测,并取得了较好的找矿突破效果。

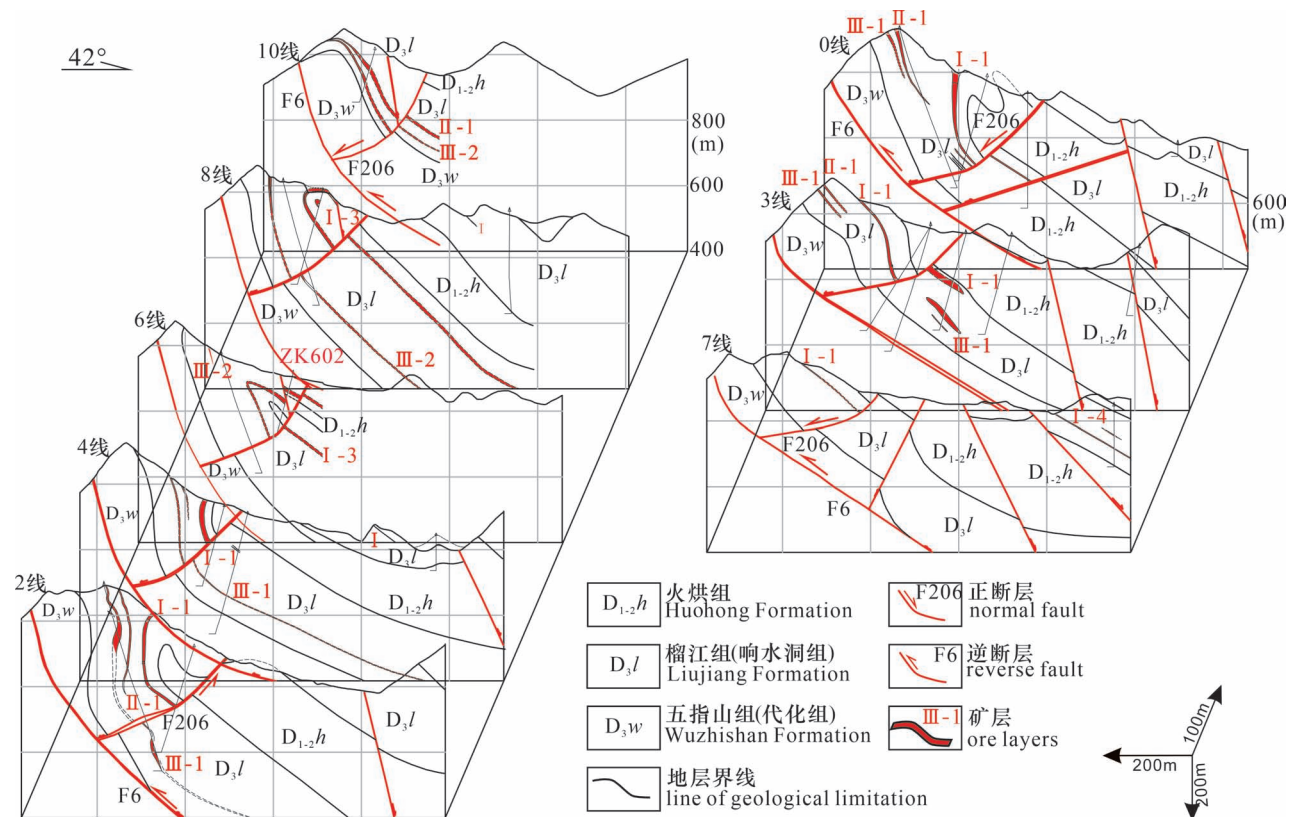


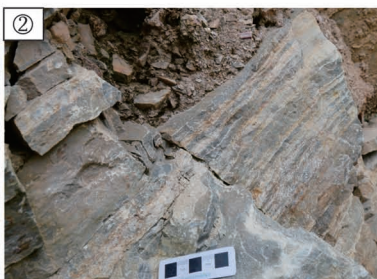
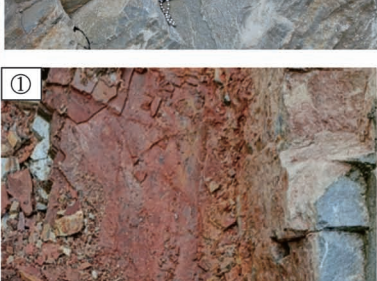

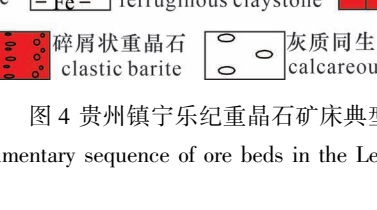


图3 贵州镇宁乐纪重晶石矿床联合勘探线剖面图

Fig. 3 Combined exploration line profile map of the Leji barite deposit in Zhenning, Guizhou

按照成岩成矿作用方式的不同, 可将热水沉积岩相分为不同的亚相和微相, 如热水同生沉积亚相、

热水同生交代亚相等, 热水沉积岩相又可分为单一成分热水同生沉积微相、热水混合同生沉积微相和

层序	厚度 (m)	岩性柱	典型沉积特征	岩性简述
⑧	>2.20	-Fe-Mn-Fe- Si Si Si Si Si		灰白色中层硅质岩, 中下部含同生构造灰岩角砾, 局部见10cm铁泥质大洋红层。
⑦	3.00	Si Si Si Si Si Si		灰黑色薄层硅质岩, 含透镜状重晶石、灰岩。
⑥	2.00	块状重晶石 块状重晶石 块状重晶石 块状重晶石 块状重晶石 块状重晶石		青灰色、灰绿色薄-中层重晶石, 中-细粒结构, 条带状构造, 夹1-2cm硅质泥岩, 底部见负载构造。
⑤	0.84	-Si-Si-Fe- V V V Si-Fe-Si- V V V		褐红、灰绿色含铁质、泥质硅质岩, 顶底为褐红色凝灰质黏土岩。
④	3.20	条带状重晶石 条带状重晶石 条带状重晶石 条带状重晶石 条带状重晶石 条带状重晶石		上部为中厚层灰色纹层重晶石, 中部为条带状重晶石, 下部为块状重晶石。
③	0.80	V V V -Fe-Fe- V V V		凝灰质黏土岩夹含铁质黏土岩, 单层厚5-10cm, 共5-8层, 具同生角砾构造。
②	3.50	条带状重晶石 条带状重晶石 条带状重晶石 条带状重晶石 条带状重晶石 条带状重晶石		青灰色薄-中层条带状-纹层状重晶石, 细-中粒结构; 底部为碎屑状重晶石, 厚度0.20m, 向上粒度变粗。
①	>1.00	-Fe-Mn-Fe-Pb Si Si Si		顶部为灰白、褐红色富铁、锰、铅锌质泥岩, 厚度5-10cm, 为多金属层; 下部为黑色薄层硅质岩, 碎裂状、层纹状构造。

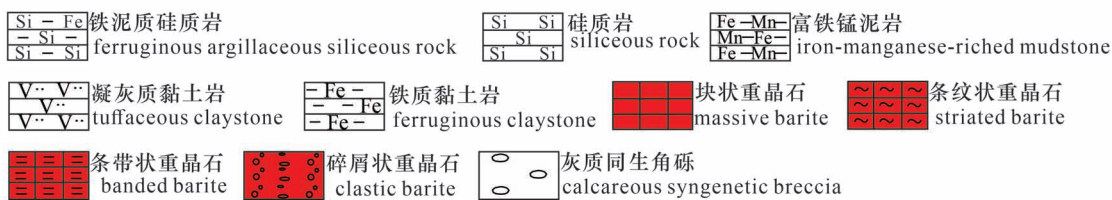

 Si-Fe 铁泥质硅质岩      Si-Si 硅质岩      Fe-Mn 富铁锰泥岩  
 -Si-Si ferruginous argillaceous siliceous rock      Si-Si siliceous rock      Mn-Fe iron-manganese-riched mudstone  
 -Si-Si  
 V V V 凝灰质黏土岩      -Fe-Fe 铁质黏土岩      块状重晶石      条带状重晶石  
 V V V tuffaceous claystone      -Fe-Fe ferruginous claystone      massive barite      striated barite  
 条带状重晶石      碎屑状重晶石      灰质同生角砾  
 banded barite      clastic barite      calcareous syngenetic breccia

图 4 贵州镇宁乐纪重晶石矿床典型矿层沉积序列

Fig. 4 Typical sedimentary sequence of ore beds in the Leji barite deposit in Zhenning, Guizhou

热卤水同生沉积微相,并有不同的岩性组合(方维萱等,2018)。根据热水成岩作用方式的不同,通过野外调查和实测构造岩相学剖面,将乐纪重晶石床的热水沉积岩相初步划分为重晶石热水沉积岩相系与硅质热水沉积岩相系。

### 3.1 重晶石热水沉积岩相岩石学特征

根据野外调查,重晶石热水沉积岩相系可以划分为9种不同的热水沉积岩相,分别是重晶石热水同生沉积岩相、硅质—重晶石热水混合沉积岩相、含异源碳酸盐岩砾石重晶石热水沉积岩相、铁泥质重晶石热水同生角砾岩相、重晶石热流体隐爆角砾岩相(重晶石热液角砾岩相)、重晶石碎屑流相(重力流相)、菊花状重晶石相、脉状—网脉状重晶石相和晶腺晶洞状重晶石碳酸盐岩相。

(1)重晶石热水同生沉积岩相:重晶石热水同生沉积岩相属次级热水沉积盆地中心相标志,由厚层块状重晶石岩(图5a)、层纹状重晶石岩(图5b)、含碳灰黑色重晶石岩等组成,为富矿体的主要矿石类型,形成了白色型重晶石富矿石(重晶石>95%),该类型矿石主要是因泥质和碳质混入比例较少,重晶石含量最高所形成,指示了高氧化态强酸性成岩成矿环境(方维萱等,2012)。碳质含量增加时,呈现灰白色和灰色重晶石矿石,暗示成岩成矿偏还原性程度增大,泥质、碳质与富重晶石质热水的混合沉积作用增强。因此,白色型重晶石富矿石(重晶石>95%)不但是富重晶石的单一成分热水同生沉积作用形成于高氧化态强酸性成岩成矿环境,也是热水同生沉积体系的成岩成矿中心相标志;它们指示了盆内构造古地理属次级热水沉积盆地最低洼部位,这种最低洼部位也为重晶石大规模成岩成矿提供了沉积容纳空间。

(2)硅质—重晶石热水混合沉积岩相:硅质—重晶石热水混合沉积岩相属次级热水沉积盆地过渡相标志,由条纹条带状重晶石硅质岩+硅质重晶石岩(图5c)(重晶石>50%)、硅质重晶石岩夹紫红色铁质泥质岩等组成,层厚可达0.4~1.0m,紫红色铁质泥质岩和紫红色铁质岩属深水远洋盆地或盆地深水相标志构造岩相(方维萱,2023),它们形成于热水同生沉积体系的成岩成矿中心相的缘,盆内构造古地理属次级热水沉积盆地边缘部位。

(3)含异源砾石重晶石热水沉积岩相:含异源砾石重晶石热水沉积岩相属次级热水盆地斜坡相或同生断裂相带、热水喷流通道相,主要由含异源碳酸盐岩砾石重晶石岩、含异源碳酸盐岩砾石硅质重晶

石岩(图5d)等组成,多位于重晶石矿层上部。该类型热水沉积岩相可能是硅质热水和富重晶石热水混合沉积形成,同期发育同生断裂活动,造成了碳酸盐岩台地相沉积物或碳酸盐岩垮塌形成了一定距离的搬运和磨圆,形成异源碳酸盐岩砾石陷落于硅质重晶石岩和重晶石岩内,使其发育包卷层理和扰动层理(图5d)。在盆内构造古地理单元上,盆地斜坡相多受同生断裂带或水下高陡坡控制,但从含异源碳酸盐岩砾石重晶石岩等岩石组合看,它们具有双向物源控制,推测重晶石岩—硅质重晶石岩属盆内深水相热水沉积体系所形成,而异源碳酸盐岩砾石可能是同生断裂活动导致浅水碳酸盐岩台地相物质再度搬运到深水相环境中,它们源自北侧浅水碳酸盐岩台地区。

(4)铁泥质重晶石热水同生角砾岩相:铁泥质重晶石热水同生角砾岩相属次级热水盆地热水喷流角砾岩相,由褐红色铁泥质重晶石角砾岩(图5e)、褐红色—褐黄色重晶石角砾岩、层纹角砾状重晶石岩等组成,凝灰质和铁凝灰质呈薄层纹状,它们是热水喷流通道相并指示了接近同生断裂带位置,揭示深水滞流环境对热水喷流沉积成岩成矿作用十分有利。

(5)重晶石热流体隐爆角砾岩相(重晶石热液角砾岩相):重晶石热流体隐爆角砾岩相属次级热水盆地热流体喷流通道相或同生断裂相带,主要产于厚富矿体中心部位,相带两侧存在含矿岩系及重晶石矿层厚度突变现象,具角砾岩相消失矿化随之减弱特点,由同生流变状重晶石岩(图5f)、重晶石热水角砾岩(图5g)、重晶石热液隐爆角砾岩(图5h)等组成。该类型热水沉积岩相内重晶石矿层呈同生流变状,指示重晶石形成期有显著沉积物的同生软变形,一般位于较大规模的热流通道相附近。重晶石热液角砾岩带多呈陡倾斜的筒状、脉状,角砾棱角分明,大小混杂无章,具胶结再破碎的明显特征,带内发育条纹条带状重晶石(热水沉积成因)、热液角砾状重晶石(热液隐爆成因)(图5h)、晶洞晶隙状重晶石(气成热液成因)(图5i)三期重晶石,即角砾岩带内发育的条纹条带状重晶石角砾,被重晶石胶结,穿插晚期重晶石网脉,它们是热水喷流通道相并指示了同生断裂带位置。与重晶石热流体隐爆角砾岩相共生的同生流变构造和同生软变形构造,这种塑性变形的构造岩相学特征,一般多形成于沉积物在尚未完全固结成岩之前的同生变形或准同生变形过程中。采用后期构造变形作用难以解释

这种构造岩相学特征,因为在本文研究区,后期构造变形以脆性变形作用为主,如碎裂岩相—碎裂岩化相和断裂角砾岩相,这种脆性变形构造岩相的样式,与同生流变—同生软变形具有显著差异,二者属于不同构造岩相学变形域。

(6)重晶石碎屑流相(重力流相):重晶石碎屑流相属次级热水盆地内部斜坡相,由碎屑状重晶石岩(图5j)、重晶石硅质岩、重晶石碳泥硅质岩等组成。该类型热水沉积岩相多发育在重晶石矿层上下盘重晶石化蚀变围岩层中,发育粒序结构和软变形构造,指示了重晶石富集成矿逐渐减弱或增强的过程,为重力流沉积作用所形成。总体来看,该相区分布地带斜坡角度较小,有可能是海底地震事件触发沉积物重力失稳造成的二次沉积,重晶石碎屑流相也揭示了重晶石矿层大规模同生沉积成岩成矿事件之前和其后,重晶石成岩成矿事件逐渐增强和不断衰减的构造—沉积学响应事件。

(7)菊花状重晶石相:主要由菊花状重晶石岩组成(图5k),多与重晶石碎屑流相共生,推测属于成岩期内富矿物质围绕先期重晶石晶核的热卤水结晶作用形成。

(8)脉状—网脉状重晶石相:脉状—网脉状重晶石相属成岩期和改造成矿期,热液作用形成的叠加改造作用,多分布在碎裂岩化相或重晶石热流体隐爆角砾岩相之中(图5i),脉状—网脉状重晶石相与碎裂岩相—碎裂岩化相紧密相伴共存,揭示了主要形成于盆地变形改造期,即属于印支期前陆冲断褶皱带的构造—热流体改造叠加作用形成的产物。

(9)晶腺晶洞状重晶石化碳酸盐岩相:在断裂岩溶构造岩相带,由岩溶洞穴内重晶石集合体和晶腺晶洞状构造方解石组成,属改造期构造—热液岩溶作用产物。在印支期前陆冲断褶皱带形成过程中,构造抬升和碳酸盐岩岩溶作用形成了岩溶构造岩相,它们为印支晚期构造—热流体改造叠加作用提供了储集构造岩相空间。

脉状—网脉状重晶石相和晶腺晶洞状重晶石化碳酸盐岩相,它们与热水同生沉积岩相系具有显著不同的构造岩相学特征,主要受切层碎裂岩相和后期断裂—热液岩溶构造控制。热水同生沉积岩相系具有显著的沉积层理( $S_0$ )和变余沉积层理( $S_1//S_0$ ),总体顺层分布。但后期构造—热流改造具有切层分布特点。

综上所述,在次级热水沉积盆地与热水沉积岩相的空间拓扑学结构上,揭示了盆内构造古地理单

元及对重晶石成岩成矿的控制作用,①铁泥质重晶石热水同生角砾岩相+重晶石热流体隐爆角砾岩相(重晶石热液角砾岩相)指示了盆内重晶石热水喷流通道的相和同生断裂相带。②重晶石热水同生沉积岩相是盆内重晶石成岩成矿系统的中心相,位于次级热水沉积盆地内部成矿作用最佳部位并受同生断裂带控制。③硅质—重晶石热水混合沉积岩相属于次级热水沉积盆地的过渡相;它们与重晶石碎屑流相(重力流相)和菊花状重晶石相共生;含异源碳酸盐岩砾石重晶石热水沉积岩相指示了次级热水沉积盆地边缘相,与北侧相邻的浅水碳酸盐岩台地之间受同生断裂带控制。④脉状—网脉状重晶石相和晶腺晶洞状重晶石化碳酸盐岩相,属于印支期盆地变形改造期形成的构造岩相类型。

### 3.2 硅质热水沉积岩相岩石学特征与形成机制

硅质热水沉积岩相系与重晶石热水沉积岩相系紧密共生,根据野外调查,硅质热水沉积岩相系可以划分为6种不同的热水沉积岩相,分别是层纹状硅质岩相、条带状硅质岩相、含异源角砾硅质岩相、碳硅质岩相、铁硅质岩相、滑塌硅质角砾岩相。

(1)层纹状硅质岩相:由层纹状、厚层块状硅质岩等组成(图6a)。该类型热水沉积岩相主要由 $\text{SiO}_2$  酸酐型单一成分的热液沉积作用所形成(方维萱,2023),形成于沉积盆地饥饿期,为深水相凝缩段物质组成,对重晶石富集成矿较为有利,在与重晶石岩相系上,多呈周缘包络相体结构,即在走向上,层纹状重晶石岩相与层纹状硅质岩相呈过渡相变关系;在垂向剖面上,二者也称连续相变关系。空间拓扑学结构为:层纹状重晶石岩—层纹状硅质重晶石岩—层纹状重晶石硅质岩—层纹状硅质岩,指示了富 $\text{BaSO}_4$ 型单一成分热水沉积体系为主,并逐渐与 $\text{SiO}_2$ 酸酐型热水沉积体系形成混合沉积并导致矿质大规模沉淀,最终演化为 $\text{SiO}_2$ 酸酐型单一成分的热液沉积体系,为重晶石矿层提供了良好的覆盖和保存条件。

(2)条带状硅质岩相:由条带状硅质岩(图6b)、条带状重晶石硅质岩、条带状含碳重晶石硅质岩和条带状钙屑硅质岩等组成。该类型热水沉积岩相主要由不同成分和性状的热液混合沉积作用所形成,如条带状重晶石硅质岩是由 $\text{SiO}_2$ 酸酐型热水与富 $\text{Ba}^{2+}$ — $\text{SO}_4^{2-}$ 型热水混合沉积作用形成,是由两类不同来源的热水在次级热水沉积盆地内混合导致矿质沉淀形成。在垂向剖面上,重晶石岩和硅质岩二者也呈连续相变关系。从下到上空间拓扑学结构

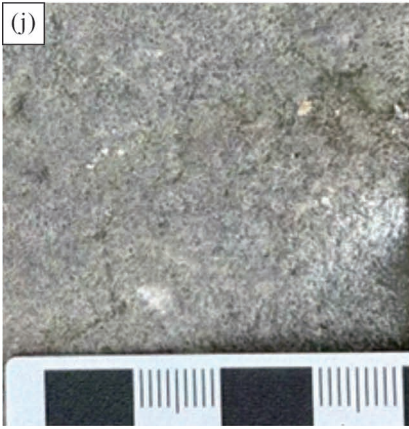
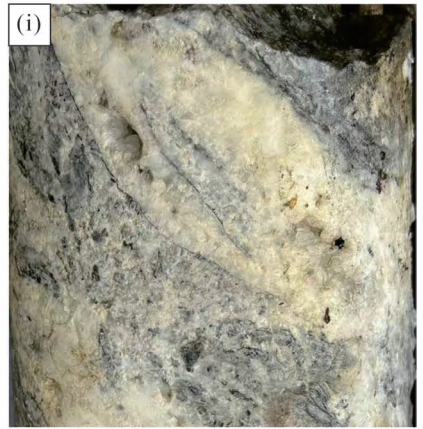
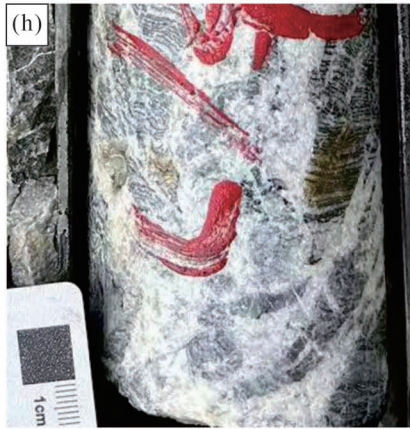
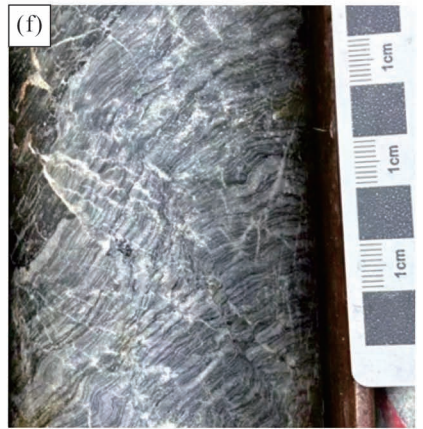
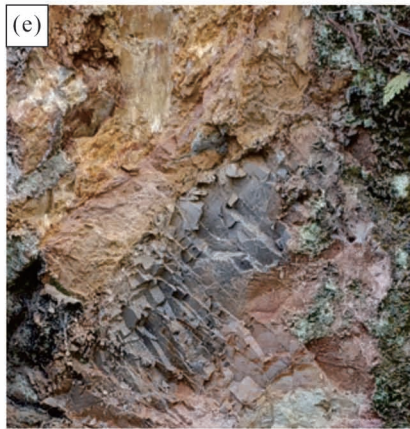
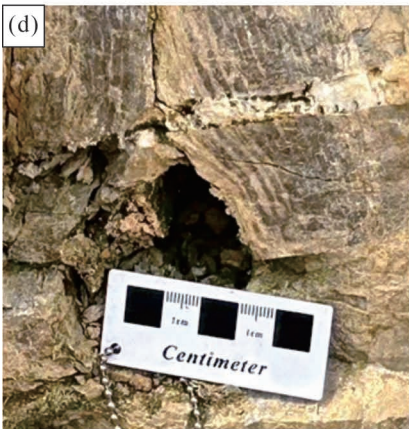
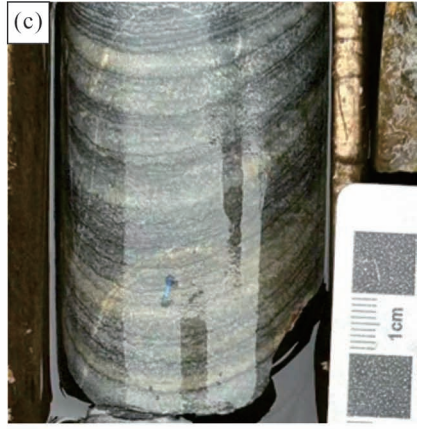


图5 乐纪重晶石矿床重晶石热水沉积岩相典型照片:(a)块状重晶石岩;(b)纹层状细粒重晶石岩;(c)条纹条带状硅质重晶石岩;(d)条带状硅质重晶石岩内异源碳酸盐岩砾石和扰动层理;(e)硅质岩顶部锰铁硅质重晶石角砾岩;(f)流变状重晶石岩——近热水喷口相;(g)重晶石热流体液压致裂角砾岩;(h)重晶石热液隐爆角砾岩;(i)重晶石热水隐爆角砾岩内的重晶石喷气孔;(j)含砾碎屑状重晶石岩;(k)菊花状重晶石岩;(l)脉状、网脉状重晶石。照片中矿物均经XRF现场分析后确定

Fig. 5 Typical photos of hydrothermal sedimentary facies of barite in the Leji barite deposit: (a) massive barite rock; (b) laminated fine-grained barite rock; (c) striated and banded siliceous barite rock; (d) allochthonous carbonate gravels and disturbed bedding within the banded siliceous barite rock; (e) manganese—iron siliceous barite breccia at the top of the siliceous rock; (f) rheological barite rock——near hydrothermal vent facies; (g) hydrofractured breccia of barite hydrothermal fluid; (h) cryptic explosion breccia of barite hydrothermal solution; (i) barite fumaroles within the barite hydrothermal cryptic explosion breccia; (j) gravel-bearing clastic barite rock; (k) chrysanthemum-shaped barite rock; (l) vein-like and stockwork barite. All minerals in the photos were identified with on-site XRF analysis

为:重晶石岩→硅质重晶石岩→重晶石硅质岩→硅质岩,在重晶石矿层和上下盘围岩(硅质岩)常发育这种振荡式韵律层序,指示了两种不同成分和性状热水频谱式活动,推测与同生断裂带活动有关。在洋底平原相,赤铁硅质岩—赤铁磁铁硅质岩相为火山热水沉积与远洋细碎屑物沉积混合同生作用形成,赤铁硅质岩—赤铁硅质泥岩—赤铁钙屑硅质泥岩等为洋底平原相“大洋红层”物质组成,也是重要的热水沉积岩相类型(方维,2023),本文中层纹状硅质岩相和条带状硅质岩相形成于盆地饥饿期深水滞流环境,推测由重晶石岩端元与硅质岩端元、两类不同成分和性状的热混合沉积作用所形成,与右江盆地在同期洋壳化过程密切有关,在右江盆地南部发育泥盆纪基性火山岩层。

(3)碳硅质岩相:主要有含碳硅质岩、含碳重晶石硅质岩(图6c)和含碳钙屑硅质岩等组成。该类型热水沉积岩相为次级热水沉积盆地内静水滞流、强还原环境的标志,也是次级热水沉积盆地的中心相标志。富有机质强还原环境是导致重晶石在次级热水沉积盆地内聚沉富集成矿机制之一,形成了黑色型重晶石矿石,氧化—还原作用导致了重晶石大规模沉淀富集成矿。灰白色重晶石岩层(高氧化态、强酸性沉积环境)含碳质较低,但重晶石矿层周缘地层含有较高碳质(具有滞流的、强还原沉积环境),推测导致重晶石矿质大规模沉淀富集与这种氧化—还原环境的突变有密切关系,氧化—还原地球化学岩相学界面作用,可能是导致重晶石大规模沉淀富集的机理。

(4)铁硅质岩相:由紫红色—褐黄色铁硅质岩(图6d)等组成。铁硅质岩是大洋盆地和有限洋盆内盆地平原相标志,即“大洋红层铁硅质岩—赤铁

碧玉岩”(方维萱,2023)。矿区发育铁泥质重晶石岩和铁硅质岩、铁泥质重晶石角砾岩等,指示了有限洋盆盆地平原相边缘并发育同生断裂带。

(5)含异源角砾硅质岩相:由含砾硅质岩、异源碳酸盐岩砾石硅质岩(图6e)、同生角砾状条带状硅质岩、硅质同生角砾岩等组成,砾石主体来自陆棚台地相碳酸盐岩,推测主要源自北侧浅水碳酸盐岩台地,经过一定距离搬运和磨圆,以同生砾石和砾屑形式陷落于深水相硅质岩中,指示了同生断裂相带和存在同生陡岸古地理地貌格局。

## 4 热水沉积盆地分级与盆内构造岩相古地理单元

热水沉积岩相与热水沉积盆地构造古地理之间具耦合关系,即热水沉积岩相是热水沉积盆地内特殊地层充填体,热水沉积盆地是热水沉积作用活动的空间和场所(方维萱等,2001a);将热水沉积岩相与构造古地理之间进行有机结合有助于将宏观的构造古地理与热水流体系统研究紧密结合起来(何登发等,2022;方维萱,2023)。

滇黔桂晚古生代陆缘裂谷盆地属于东特提斯有限洋盆,主裂谷轴部位于南盘江地区,从泥盆纪开始,到二叠纪末期演化为弧后裂谷盆地,三叠纪末期萎缩封闭(曾允孚等,1995;张国伟等,2013;陶平等,2025)。东特提斯有限洋盆具有分级演化特征,乐纪重晶石矿床在区域上属于水城—紫云—南丹陆缘拉分断陷盆地之镇宁—紫云二级拉分断陷盆地,其东北侧古地理为浅水碳酸盐岩台地,以同生断裂控制的水下陡坡为分隔界限,乐纪重晶石矿床处于三级热水沉积盆地中,受同生断裂相带控制。该三级盆地由发育极薄水平层理的盆地深水相碳泥质碳

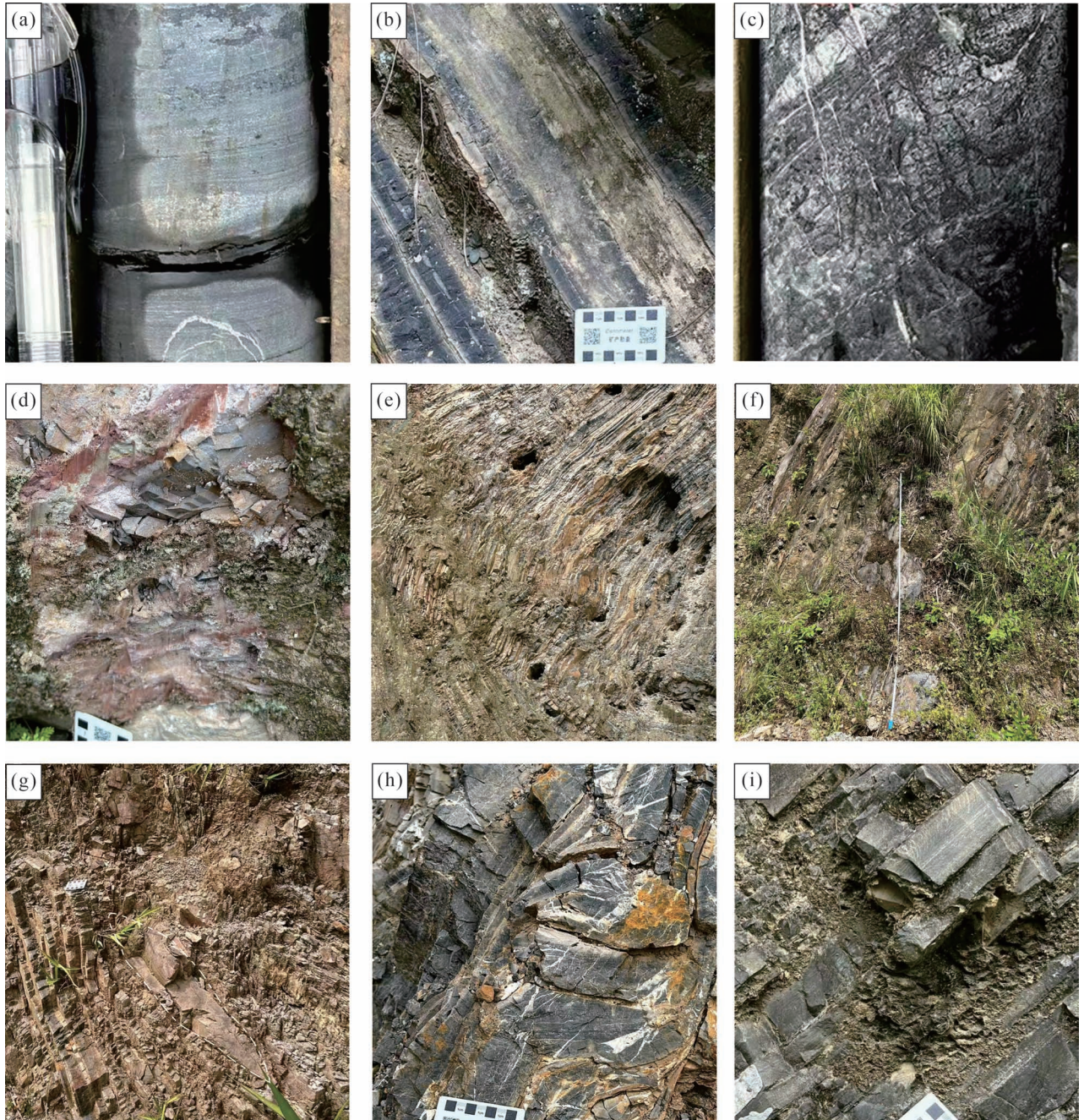


图6 乐纪重晶石矿床硅质热水沉积岩相典型照片:(a)层纹状硅质岩;(b)条带状硅质岩;(c)含碳重晶石硅质岩;(d)硅质岩顶部铁硅质岩;(e)流变褶皱状含异源角砾硅质岩;(f)碳酸盐质震积角砾岩—岩块;(g)硅质岩层中砂球和砂枕构造;(h)同生滑移褶皱状硅质岩;(i)深水相碳泥质灰岩(无矿地段)。照片中岩石矿物均经XRF现场分析后确定

Fig. 6 Typical photos of siliceous hydrothermal sedimentary facies in the Leji barite deposit: (a) laminated siliceous rock; (b) banded siliceous rock; (c) carbonaceous barite siliceous rock; (d) iron siliceous rock at the top of the siliceous rock; (e) rheological folded siliceous rock containing allochthonous breccia; (f) carbonate seismite breccia — rock blocks; (g) sand ball and sand pillow structures in the siliceous rock layer; (h) syngenetic sliding folded siliceous rock; (i) deep - water facies carbonaceous argillaceous limestone (ore - free area). All rock minerals in the photos were identified after on - site XRF analysis

酸盐岩(泥碳质灰岩等)所围限(图6i),它们是三级热水沉积盆地的边界,与水下陡坡共同围限了三级

热水沉积盆地的周缘边界,这些构造岩相条件和三级热水沉积盆地为重晶石大规模富集成矿提供了构

造岩相条件和沉积容纳空间。

在乐纪三级热水沉积盆地内,构造岩相学分带清晰:

(1) 盆地深水相碳泥碳酸盐岩为三级热水沉积盆地的围限古地理条件。

(2) 盆地边缘相以含砾硅质岩、坍塌硅质岩、滑塌硅质角砾岩相、同生滑移褶皱硅质岩等为控制三级热水沉积盆地边缘相标志,碳酸盐质同生角砾岩形成于同生断裂带附近,它们分割了盆地深水相碳泥碳酸盐岩。

(3) 盆地中心相沉积水体加深到最大深度(有限洋盆平原相),对于重晶石热水沉积岩相形成极为有利,也是找矿预测和靶区圈定的主要依据。

(4) 以盆地深水平原相条带状硅质岩、条带状重晶石硅质岩、层纹状铁硅质岩等为标志,指示了洋盆平原相分布范围(方维萱,2023),以层纹状硅质岩、层纹状重晶石岩、厚层块状重晶石岩、厚层块状硅质岩等,指示了热水沉积成岩成矿的中心相,重晶石热水沉积岩相和硅质热水沉积岩相以单一成分热水同生沉积作用、两种不同性状和成分的热混合沉积作用为主。

(5) 热水喷流通道相以重晶石热流体隐爆角砾岩相、重晶石热液角砾岩相、铁泥质重晶石热水同生角砾岩相、硅质同生角砾岩相等为标志,相带两侧存在含矿岩系、重晶石矿层厚度的突变,分别指示了不同成分和性状的热水体和热水混合同生沉积成矿中心相部位。

(6) 印支期自 NE → SW 向的逆冲推覆作用和冲断褶皱带叠加改造,可能造成矿体增厚富化和保存,形成了印支期脉状—网脉状重晶石相,晶腺晶洞状重晶石化碳酸盐岩相形成于印支晚期,本文重晶石矿床叠加改造期构造古地理单元为印支期前陆冲断褶皱带。

## 5 结论

(1) 通过野外调查和构造岩相学剖面测量,初步建立了贵州镇宁乐纪重晶石矿床的构造岩相学类型,即重晶石热水沉积岩相系与硅质热水沉积岩相系。重晶石热水沉积岩相系可以划分为重晶石热水同生沉积岩相、硅质—重晶石热水混合沉积岩相等 9 种不同的热水沉积岩相;硅质热水沉积岩相系可以划分为铁硅质岩相、含异源角砾硅质岩相等 6 种不同的热水沉积岩相。它们形成的构造古地理单元为东特提斯有限洋盆北侧与扬子古陆缘之间的镇

宁—紫云二级拉分断陷盆地,其东北侧古地理为浅水碳酸盐岩台地,以同生断裂控制的水下陡坡为分隔界限,乐纪重晶石矿床处于三级热水沉积盆地中,受同生断裂相带控制,它们为乐纪重晶石矿床提供了沉积容纳空间。

(2) 乐纪三级陆缘断陷拉分盆地内构造地理单元可恢复为盆地边缘相、热水喷流通道相、洋盆平原相、盆地中心相、三级热水盆地围限构造岩相等,这 5 个盆内构造岩相古地理单元为重晶石成矿构造岩相,盆地中心相和热水喷流通道相为主要储矿构造岩相单元。

(3) 印支期自北东—南西向冲断褶皱带叠加改造,造成重晶石矿体局部增厚富化,形成脉状—网脉状重晶石相和晶腺晶洞状重晶石化碳酸盐岩相,重晶石矿床叠加改造期构造古地理单元为印支期前陆冲断褶皱带。

**致谢:** 审稿专家们审阅全文并提出宝贵修改意见,在此一并表示诚挚谢意。

## 注 释 / Note

(The literature whose publishing year followed by a “&” is in Chinese with English abstract; The literature whose publishing year followed by a “#” is in Chinese without English abstract)

① 贵州省地质矿产勘查开发局—〇四地质大队. 2018. 贵州省镇宁县乐纪重晶石矿资源储量核实及详查报告.

② Guizhou Geology and Mineral Resources Exploration and Development Bureau, 104 Geological Team. 2018#. Report on the Verification of Mineral Resources Reserves and Detailed Exploration of Leji Barite Mine in Zhenning County, Guizhou Province.

## 参 考 文 献 / References

- 鲍森,林权富,张继银,韩家家. 2020. 贵州镇宁—紫云地区重晶石矿床特征与找矿预测. 矿产勘查,11(9):1903~1909.
- 陈洪德,曾允孚,李孝全. 1989. 丹池晚古生代盆地的沉积和构造演化. 沉积学报,7(4):85~96.
- 方维萱,张国伟,黄转莹. 1999. 银洞子—大西沟特大型银多金属矿床中重晶石岩类特征及成岩成矿作用. 岩石学报,15(3):484~491.
- 方维萱,胡瑞忠. 2000a. 秦岭造山带大型—超大型矿床密集区构造定位与勘查新思路——热水沉积成矿盆地分析与研究方法之三. 西北地质科学,21(1):1~9.
- 方维萱,胡瑞忠,黄转莹,蒋国豪. 2000b. 热水沉积成矿盆地的热状态及热演化分析与研究思路——热水沉积成矿盆地分析与研究之四. 西北地质科学,21(1):10~18.
- 方维萱,张国伟,胡瑞忠,刘方杰. 2001a. 秦岭造山带泥盆系热水沉积岩相应应用研究及实例. 沉积学报,19(1):48~54.
- 方维萱,胡瑞忠,张国伟,芦纪英. 2001b. 秦岭造山带泥盆系热水沉积岩相的亚相和微相划分及特征. 地质与勘探,37(2):50~54.
- 方维萱. 2012. 地球化学岩相学类型及其在沉积盆地分析中应用. 现代地质,26(5):996~1007.

- 方维萱,王磊,贾润幸. 2018. 塔西地区中—新生代盆—山—原镶嵌构造区:砂砾岩型铜铅锌—天青石—铀—煤成矿系统. 地球科学与环境学报,39(5):663~675.
- 方维萱,郭玉乾,贾润幸,童祥,马振飞. 2021. 论云南个别锡铜钨三稀金属矿集区叠加成矿系统与垂向构造岩相学结构的关系. 地质力学学报,27(4):557~584.
- 方维萱. 2022. 论沉积盆地构造岩相变形成研究方法及应用. 地质力学学报,28(1):1~21.
- 方维萱. 2023. 论热水沉积岩相及其构造古地理. 古地理学报,25(3):525~553.
- 方维萱,郭玉乾,李天成,贾润幸,马振飞. 2024. 矿田构造岩相学填图理论及应用. 地质力学学报,30(1):88~106.
- 高军波,杨瑞东,陶平,魏怀瑞. 2011. 贵州镇宁重晶石矿中硅质岩稀土元素地球化学研究. 贵州地质,28(4):310~314.
- 高军波,杨瑞东,陶平,魏怀瑞,刘坤. 2012. 贵州镇宁乐纪泥盆系重晶石矿热水沉积特征. 沉积学报,30(3):422~430.
- 高军波,杨瑞东,陶平,程伟,何志威,刘坤. 2013a. 贵州镇宁泥盆系大型重晶石矿床锶同位素组成特征研究. 地球化学,42(4):385~392.
- 高军波,杨瑞东,陶平,魏怀瑞,刘坤,程伟. 2013b. 贵州镇宁泥盆系大型重晶石矿床地球化学特征及其成因研究. 现代地质,27(1):46~55.
- 高军波,杨瑞东. 2015. 水城—紫云—南丹深大断裂构造演化与泥盆纪热水(液)成岩、成矿效应. 贵阳:贵州科技出版社:55~134.
- 高军波,杨瑞东,刘灵,谢兴友,刘建中,杨光忠,张旭,鲍森,李鑫正,高磊,涂灵玲,蒋元. 2024. 贵州镇宁—紫云泥盆系大型沉积重晶石矿床成矿过程研究. 大地构造与成矿学,48(5):979~990.
- 何登发,李德生,王成善,刘少峰,陈懋俊. 2020. 活动论构造古地理的研究现状、思路与方法. 古地理学报,22(1):1~28.
- 何登发,包洪平,高山林,李涤. 2022. 构造—沉积分异原理及其地质意义. 古地理学报,24(5):920~936.
- 毛健全,张启厚,顾尚义. 1997. 水城断陷的地质特征及构造演化. 贵州工业大学学报,26(2):4~9.
- 陶平,陈建书,陈启飞. 2025. 贵州华力西至印支旋回构造演化与区域成矿规律. 贵州地质,42(1):1~9+39.
- 涂灵玲,高军波,杨瑞东,蒋元,谢兴友,刘灵,李鑫正. 2025. 贵州镇宁—紫云地区晚泥盆世硅质岩成因机制研究. 矿物学报,45(1):134~145.
- 王筑生. 2000. 贵州镇宁沙子沟地区北西向构造形迹及特征. 贵州地质,17(1):30~33+39.
- 吴根耀. 2005. 造山带古地理学—在盆地构造古地理重建中的若干思考. 古地理学报,7(3):405~416.
- 谢桂青,胡瑞忠,方维萱,漆亮. 2002. 云南墨江金矿热水喷流沉积成岩成矿的地质地球化学证据. 沉积学报,20(3):387~393.
- 杨喆,钟大康,张硕,郭强,路昭. 2018. 二连盆地白音查干凹陷下白垩统湖相沸石成因:来自矿物学、微量元素特征的证据. 地球科学,43(10):3733~3748.
- 张国伟,郭安林,王岳军,李三忠,董云鹏,刘少峰,何登发,程顺有,鲁如魁,姚安平. 2013. 中国华南大陆构造与问题. 中国科学:地球科学,43(10):1553~1582.
- 张旭,高军波,杨瑞东,陈军,郑禄林,魏怀瑞,鲍森. 2017a. 贵州紫云泥盆系重晶石矿床中与古甲烷渗漏事件有关的球状灰岩成因厘定. 地质论评,63(3):630~642.
- 张旭,高军波,杨瑞东,陈军,魏怀瑞,徐世林,鲍森. 2017b. 黔南泥盆系重晶石矿床地质特征与成矿规律. 地球化学,46(5):456~465.
- 曾允孚,刘文均,陈洪德,郑荣才,张锦泉,李孝全,蒋廷操. 1995. 华南右江复合盆地的沉积构造演化. 地质学报,73(2):113~124.
- 郑荣才,文华国,李云,常海亮. 2018. 甘肃酒西盆地青西凹陷下白垩统下沟组湖相喷流岩物质组分与结构构造. 古地理学报,20(1):1~18.
- Bao Miao, Lin Quanfu, Zhang Jiyin, Han Jiajia. 2020. Characteristics of barite deposits and their prospecting prediction in Zhenning—Ziyun area, Guizhou Province. Mineral Exploration, 11(9):1903~1909.
- Chen Hongde, Zeng Yunfu, Li Xiaoquan. 1989. Evolution of the sedimentation and tectonics of late paleozoic danchi basin. Acta Sedimentologica Sinica, 7(4):85~96.
- Fang Weixuan, Zhang Guowei, Huang Zhaunin. 1999. Characteristics of bariteolites and diagenism metallogenesis for super large, silver polymetallic deposits in Yingdongzi and Daxigou, Shanxi. Acta Petrologica Sinica, 15(3):484~491.
- Fang Weixuan, Hu Ruizhong. 2000a. Location pattern and new approach on districts of large—superlarge ore deposits in the Qinling orogenic belts. Northwest Geoscience, 21(1):1~9.
- Fang Weixuan, Hu Ruizhong, Huang Zhanyin, Jiang Guohao. 2000b. Analysis and approach on geothermal state and evolution of hydrothermal depositional sedimentary basin. Northwest Geoscience, 21(1):10~18.
- Fang Weixuan, Zhang Guowei, Hu Ruizhong, Liu Fangjie. 2001a. On implications of the Devonian hydrothermal sedimentary facies in the Qinling orogeny. Acta Sedimentologica Sinica, 19(1):38~54.
- Fang Weixuan, Hu Ruizhong, Zhang Guowei, Lu Jiyang. 2001b. On classifications and characteristics of the Devonian hydrothermal sedimentary facies in the Qinling orogen. Geology and Exploration, 37(2):50~54.
- Fang Weixuan. 2012. Types of geochemical lithofacies and their applications in basin. Geoscience, 26(5):996~1007.
- Fang Weixuan, Wang Lei, Jia Runxing. 2018. Mosaic tectonics of Mesozoic to Cenozoic Basin—Mountain Plateau in the Western Taim Basin China: glutenite-type Cu—Pb—Zn—Celestite—U—coal Metallogenic system. Journal of Earth Sciences and Environment, 39(5):663~675.
- Fang Weixuan, Guo Yuqian, Jia Runxing, Tong Xiang, Ma Zhenfei. 2021. On relationship between the superimposed mineralization systems and the zoning patterns of vertical tectonic lithofacies in the Gejiu concentration area of Sn—Cu—W and three rare metals in Yunnan. Journal of Geomechanics, 27(4):557~584.
- Fang Weixuan. 2022. On research methodology for deformation history of tectonic lithofacies in sedimentary basin and their application. Journal of Geomechanics, 28(1):1~21.
- Fang Weixuan. 2023. Hydrothermal sedimentary lithofacies and their tectono—palaeogeography. Journal of Palaeogeography, 25(3):525~553.
- Fang Weixuan, Guo Yuqian, Li Tiancheng, Jia Runxing, Ma Zhenfei. 2024. Theoretical innovation and applications of ore-field tectonic lithofacies mapping. Journal of Geomechanics, 30(1):88~106.
- Gao Junbo, Yang Ruidong, Tao Ping, Wei Huairui. 2011. Geochemical characters and geological Significance of REE of siliceous rock in Devonian barite deposit in Zhenning, Guizhou. Guizhou Geology, 28(4):310~314.
- Gao Junbo, Yang Ruidong, Tao Ping, Wei Huairui, Liu Kun. 2012. Hydrothermal venting—flowing sedimentation characteristics of Devonian barite deposits from Leji, Zhenning County, Guizhou Province. Acta Sedimentologica Sinica, 30(3):422~430.

- Gao Junbo, Yang Ruidong, Tao Ping, Chen Wei, He Zhiwei, Liu Kun. 2013a&. Study on the strontium isotopic composition of large Devonian barite deposits from Zhenning, Guizhou. *Geochimica*, 42(4):385~392.
- Gao Junbo, Yang Ruidong, Tao Ping, Wei Huairui, Liu Kun, Chen Wei. 2013b&. Geochemical characteristics and genesis of large Devonian barite deposits in Zhenning County, Guizhou Province. *Geoscience*, 27(1):46~55.
- Gao Junbo, Yang Ruidong. 2015&. The evolution of Shuicheng—Ziyun—Nandan deep fracture and its effect of hydrothermal diagenesis and mineralization in Devonian. Guiyang: Guizhou Science and Technology Publishing House;55~134.
- Gao Junbo, Yang Ruidong, Liu Lin, Xie Xingyou, Liu Jianzhong, Yang Guozhong, Zhang Xu, Bao Miao, Li Xinzheng, Gao Lie, Tu Linling, Jiang Yuan. 2024&. Mineralization process of the large Devonian barite deposits in the Zhenning—Ziyun area, Guizhou, China. *Geotectonica et Metallogenia*, 48(5):979~990.
- He Dengfa, Li Desheng, Wang Chenshan, Liu Shaofeng, Chen Jiajun. 2020&. Status, thinking, and methodology of studying on the mobile tectono—palaeogeography. *Journal of Palaeogeography*, 22(1):1~28.
- He Dengfa, Bao Hongping, Gao Sailin, Li Di. 2022&. Principles of tectonic depositional differentiation and its geological significance. *Journal of Palaeogeography*, 24(5):920~936.
- Mao Jianquan, Zhang Qihou, Gu Shangyi. 1997&. The geological characteristics and tectonic evolution of Shuicheng fault subsidence. *Journal of Guizhou University(Natural Sciences)*, 26(2):4~9.
- Tao Ping, Chen Jianshu, Chen Qifen. 2025&. Tectonic evolution and regional metallogenic regularity of Varissian cycle to Indosinian cycles in Guizhou. *Guizhou Geology*, 42(1):1~9+39.
- Tu Linling, Gao Junbo, Yang Ruidong, Jiang Yuan, Xie Xieyou, Liu Lin, Li Xinzheng. 2025&. The genetic mechanism of the Late Devonian siliceous rocks in the Zhenning—Ziyun area, Guizhou, China. *Acta Mineralogica Sinica*, 45(1):134~145.
- Wang Zhusheng. 2000&. Characteristics of the North-westward structure of Shazigou district in Zhenning, Guizhou. *Guizhou Geology*, 17(1):30~33+39.
- Wu Gengyao. 2005&. Orogen—palaeogeography: Some considerations on basin's palinspastic reconstruction. *Journal of Palaeogeography*, 7(3):405~416.
- Xie Guiqing, Hu Ruizhong, Fang Weixuan, Qi Liang. 2002&. Evidence for geology and geochemistry of hydrothermal exhalative genesis from Mojiang gold deposit, Yunnan. *Acta Sedimentologica Sinica*, 20(3):387~393.
- Yang Zhe, Zhong Dakuang, Zhang Shuo, Guo Qiang, Lu Zhao. 2018&. Mineralogical and trace-element constrains on the genesis of zeolite in Lower Cretaceous lacustrine rocks from Baiinchagan sag, Erlian Basin, Earth Science, 43(10):3733~3748.
- Zhang Guowei, Guo Anlin, Wang Yuejun, Li Sanzhong, Dong Yunpeng, Liu Shaofeng, He Dengfa, Chen Shunyou, Lu Rukui, Yao Anping. 2013&. Tectonics of South China continent and its implications. *Science China: Earth Sciences*, 43(10):1553~1582.
- Zhang Xu, Gao Junbo, Yang Ruidong, Chen Jun, Zhen Lulin, Wei Huairui, Bao Miao. 2017a&. Genesis of Devonian spherical limestone related to methane seepage in the Xiyahé barite deposit, Ziyun, Southern Guizhou. *Geological Review*, 63(3):630~642.
- Zhang Xu, Gao Junbo, Yang Ruidong, Chen Jun, Wei Huairui, Xu Shilin, Bao Miao. 2017b&. Geological characteristics and metallogenic regularities of the Devonian barite deposits in the southern part of Guizhou Province. *Geochimica*, 46(5):456~465.
- Zeng Runfu, Liu Wenjun, Chen Hongde, Zheng Rongcai, Zhang Jinqian, LiXiaoquan, Jiang Tingcao. 1995&. Evolution of sedimentation and tectonics of the Youjiang composite basin, South China. *Acta Geologica Sinica*, 72(2):113~124.
- Zheng Rongcai, Wen Huaguo, Li Yun, Chang Hailiang. 2018&. Compositions and texture of lacustrine exhalative rocks from the Lower Cretaceous Xigou Formation in Qingxi sag of Jiuxi basin, Gansu. *Journal of Palaeogeography*, 20(1):1~18.

## The hydrothermal sedimentary lithofacies characteristics and tectonic paleogeographic units of the large barite deposit in Leji, Zhenning, Guizhou

SU Te<sup>1)</sup>, LIU Mingmin<sup>1)</sup>, FANG Weixuan<sup>2)</sup>, XIE Xingyou<sup>1)</sup>, LIU Lin<sup>3)</sup>, LI Yonggang<sup>3)</sup>

1) *Geology Team 103, Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Guizhou Province, Tongren, Guizhou, 554300;*

2) *China Nonferrous Metals Resource Geology Survey, Beijing, 100012;*

3) *Geology Team 101, Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Kaili, Guizhou, 556000*

**Objectives:** To characterize the hydrothermal sedimentary lithofacies of the Leji large-scale barite deposit and analyze the tectonic—lithofacies—paleogeographic units of its hydrothermal sedimentary basin.

**Methods:** Field measurement of tectono—lithofacies sections and compilation of tectono—lithofacies logs from borehole cores.

**Results:** The hydrothermal sedimentary system of the Leji barite deposit comprises distinct lithofacies assemblages. The barite-dominated system includes nine hydrothermal sedimentary lithofacies (e.g., barite hydrothermal synsedimentary lithofacies, siliceous—barite hydrothermal mixed sedimentary lithofacies). The siliceous hydrothermal sedimentary system comprises six distinct lithofacies (e.g., siliceous rock facies with

allochthonous breccia, slump siliceous breccia facies). These assemblages formed within the Zhenning—Ziyun secondary pull—apart basin, situated between the northern margin of the eastern Tethys restricted ocean basin and the Yangtze paleo-continental margin.

**Conclusions:** The Leji barite deposit is hosted within a third-order hydrothermal sedimentary basin, controlled by synsedimentary fault zones. The basin architecture can be reconstructed into five intra-basin tectonic—lithofacies—paleogeographic units: basin margin facies, hydrothermal vent conduit facies, basin plain facies, basin center facies, and third-order basin-bounding tectono—lithofacies. The basin center and hydrothermal vent conduit facies constitute the primary ore-hosting tectonic—lithofacies units.

**Keywords:** Leji; barite deposit; hydrothermal sedimentary lithofacies; basin structural lithofacies paleogeographic

**Acknowledgements:** This paper is the result of the Science and Technology Innovation Talent Team Project for Barite Prospecting Prediction and Evaluation in Guizhou Province (No. QDKH [2024] TD02).

**First author:** SU Te, male, born in 1991, engineer, is mainly engaged in geological and mineral exploration and research; Email: 1933608078@qq.com

**Corresponding author:** FANG Weixuan, male, born in 1961, senior researcher and doctoral supervisor, is mainly engaged in study on sedimentary basin prospection and exploration for mineral resource; Email: 569026971@qq.com

**Manuscript** received on: 2025-03-24; Accepted on: 2025-07-31; Published online on: 2025-08-20

**Doi:** 10.16509/j.georeview.2025.08.115

**Edited by:** ZHANG Yuxu

