

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2019.03.005

四川会东大梁子铅锌矿床成矿地质体确定 及找矿潜力预测

魏宇

(四川省冶金地质勘查院,成都 610051)

摘要: 四川会东大梁子铅锌矿为MVT型铅锌矿床,产于NWW向 F_1 与 F_{15} 断裂所挟持的断陷构造带中;含矿围岩为寒武系、震旦系白云岩,NWW向断裂和NW向断裂的交汇部位是矿体的发育区段,富矿体多产于“黑色破碎带”的下侧;研究认为,矿床的成矿地质体为沟通会理群与下震旦统灯影组和下寒武统麦地坪组、处于碳酸盐岩与泥页岩转化部位的NWW向和NW向断裂交汇处的构造破碎带;文章还对矿床深部及外围的找矿潜力进行了预测。

关键词: 大梁子铅锌矿;地质特征;成矿地质体;找矿潜力;四川省

中图分类号: P613;P618.4 **文献标识码:** A

0 引言

大梁子铅锌矿床是目前四川省内规模最大的铅锌矿床,矿床的勘查和科研程度较高,深部及外围找矿的难度较大。前人对矿床地质及成因进行了大量研究,主要的成因观点有古岩溶洞穴成因^[1-2]、大气降水成因热液溶滤型层控成因^[3]、后生中-低温热液成因^[4]、热水沉积-下渗大气降水热液改造成因^[5-8]、热水沉积-地下水热液改造成因^[9-10]。近年来矿山在深部及外围开展了接替资源勘查工作,取得了一些地质成果和认识,本文旨在在此基础上进一步总结矿床地质特征、控矿因素以及成矿地质体特征,对矿床深部及外围的找矿潜力进行分析。

1 成矿地质背景

大梁子铅锌矿位于康滇地轴中段东侧,甘洛—小江深大断裂带以西约16 km处。区内地层由褶皱基底和沉积盖层两部分组成。褶皱基底为中元古界会理群,是一套中-浅变质浅海相类复理石碎屑岩

夹火山岩-碳酸岩建造和含绿岩复理石碎屑岩建造,厚度>7 827 m,是区内铜、铁矿最主要的赋矿层位之一,也为区内众多铅锌矿床提供成矿物质。盖层由震旦系—中生界组成,自下而上可分为4个建造层:下震旦统为以酸性火山岩为主的火山-沉积建造,上震旦统一二叠统为滨浅海相碎屑-碳酸盐岩多旋回沉积建造,上二叠统为陆相峨眉山玄武岩建造,中生界为陆相含煤碎屑岩和红色砂页岩建造。

本区经历了多期次强烈的构造运动,断裂和褶皱极为发育。区内SN向、NE向、NW向及EW向断裂纵横交错,形成了复杂的构造格局和形状各异的块状地貌景观。其中SN向构造控制了铅锌矿带的展布,叠加的EW向构造则直接控制了矿床(体)的分布(图1)。

区域岩浆活动频繁,主要有晋宁期和澄江期花岗岩、华力西期层状基性-超基性岩和印支期碱性、酸性花岗岩;火山岩主要为中元古代晚期中酸性火山岩和二叠纪峨眉山玄武岩。

2 矿床地质特征

大梁子铅锌矿区出露的地层为震旦系青龙山组

收稿日期: 2019-03-15; 改回日期: 2019-07-15; 责任编辑: 余和勇

作者简介: 魏宇(1982—),男,高级工程师,从事地质调查与矿产勘查工作。通信地址:四川省成都市成华区地勘路6号,四川省冶金地质勘查院;邮政编码:610051;E-mail:87629984@qq.com

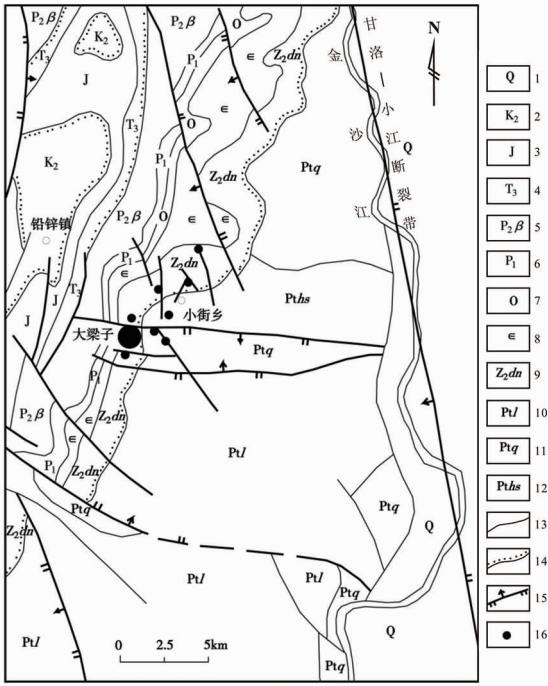


图 1 大梁子铅锌矿区域地质简图

Fig. 1 Regional geological sketch of Daliangzi Pb-Zn deposit

1. 第四系; 2. 上白垩统; 3. 侏罗系; 4. 上三叠统;
5. 上二叠统峨眉山玄武岩; 6. 下二叠统; 7. 奥陶系;
8. 寒武系; 9. 上震旦统; 10. 中元古界会理群力马河组;
11. 会理群青龙山组; 12. 会理群黑山组; 13. 地质界线;
14. 不整合界线; 15. 断裂; 16. 铅锌矿床(点)

千枚岩、凝灰质千枚岩, 观音崖组和灯影组碳酸盐

岩, 寒武系碳酸盐岩、砂岩、页岩, 二叠系泥岩、灰岩和峨眉山玄武岩。赋矿地层主要为震旦系灯影组和寒武系麦地坪组的白云岩, 其次为寒武系筇竹寺组的粉砂岩(表 1)。

矿区为单斜构造, 地层走向 NE, 倾向 NW, 倾角 15°~40°。断裂分为 NWW 向、NW 向、NNW 向、近 SN 向、EW 向和 NE 向共 6 组; 其中, NWW 向和 NW 向断裂为主要控矿断裂, 与成矿关系密切的断裂有 NWW 向的 F₁₅、F₂₅ 断裂, NW 向的 F₈、F₉、F₆、F₅、F₁₃、F₁₄、F₂₃ 断裂等(图 2)。其中的 F₁₅ 断裂为地堑的北部边界断裂, 为早期的多次活动的导矿断裂, 先为张性活动, 后转为压扭性活动; 断裂破碎带中见有 2~3 个次级断裂面, 次级断面光滑、波状起伏, 与主断面斜交; 断裂走向 280~300°, 在平面或剖面上均呈扭曲状, 倾向 SW 或 NE, 倾角 56°~89°; 断裂长度 >3 km, 宽 0.7~6.3 m, 已控制深度达 360 m, 总断距 408 m; 断裂破碎带由角砾岩、碎斑岩和碎裂岩等组成。断裂上盘(南盘)发育有与之斜交的 NW 向断裂(如 F₈、F₉、F₆、F₅ 等断裂), 并形成“黑色破碎带”和节理裂隙带, 为矿床富厚工业矿体的发育部位; 断裂下盘(北盘)发育牵引褶皱, 挤压破碎明显, 可见少量的透镜状矿体。

矿体产于 NWW 走向的 F₁ 和 F₁₅ 断裂为南、北边界的构造带内, 受带内 NW 向次级断裂和裂隙的控制。矿体在断裂交汇或走向变换部位一般较厚大且矿石品位增高, 顶板多为黑色角砾岩或碎裂岩(黑

表 1 大梁子铅锌矿地层系统

Table 1 Stratigraphic sequence in Daliangzi Pb-Zn deposit

地层系统	代号	厚度/m	岩性
第四系	Q	>5	残坡积物
二叠系	峨眉山玄武岩	P ₂ β	>500 致密块状玄武岩、斑状玄武岩、角砾状杏仁状白云岩
	阳新组	P ₁ y	>115 粉-细晶厚层状灰岩、结晶灰岩
	凉山组	P ₁ l	15 黑色薄层页岩与黄灰色薄层泥质粉砂岩
奥陶系	红石崖组	O ₁ h	50 泥质白云岩夹紫红色页岩、泥质白云岩
寒武系	二道水组	Є ₃ e	150 灰质白云岩、粉晶白云岩
	西王庙组	Є ₂ x	118 黄灰色薄层状钙质粉砂岩、粉晶泥灰岩、灰质白云岩
	大漕河组	Є ₂ d	45 粉晶白云岩、黄灰色薄层泥质粉砂岩、灰质白云岩
	石龙洞组	Є ₁ s	76 微-粉晶泥质白云岩、灰质白云岩
	沧浪铺组	Є ₁ c	79 石英细-中砂岩、泥灰岩和钙质页岩
	筇竹寺组	Є ₁ q	383 泥质-钙质粉砂岩、钙质页岩、碳质页岩、长石石英砂岩
	麦地坪组	Є ₁ m	256 含胶磷矿条带(结核)白云岩、夹硅质条带白云岩、粉-细晶白云岩和碎屑白云岩, 为矿区主要含矿层位之一
震旦系	灯影组	Z ₂ dn	775 厚层夹薄层状白云岩、藻纹层白云岩、燧石条带(结核)白云岩、含磷白云岩夹磷块岩, 为矿区主要含矿层位之一
	观音崖组	Z ₂ g	32 硅质白云岩、紫红-灰绿色页岩、粉砂岩夹泥灰岩
中元古界	会理群青龙山组	Pt ₂ q	>50 紫色含铁砂质板岩夹千枚岩

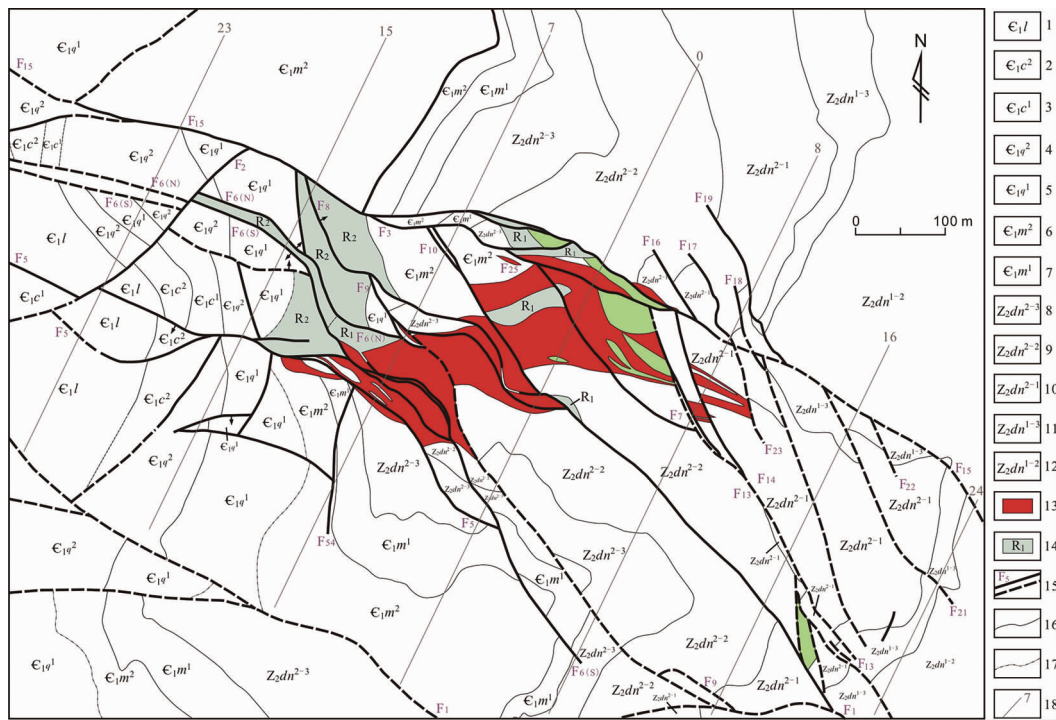


图2 大梁子铅锌矿区地质简图

Fig. 2 Geological sketch of Daliangzi Pb-Zn deposit

- 1—7 寒武系:1. 龙王庙组;2. 沧浪铺组上段;3. 沧浪铺组下段;4. 筇竹寺组上段;5. 筇竹寺组下段;
6. 麦地坪组上段;7. 麦地坪组下段;8—12 震旦系灯影组:8. 上段第三岩性层;
9. 上段第二岩性层;10 上段第一岩性层;11. 下段第三岩性层;12. 下段第二岩性层;13. 矿体;
14. 黑色破碎带;15. 断裂、推测断裂及编号;16. 地质界线;17. 平行不整合界线;18. 勘探线及编号

色破碎带),底板以较完整的白云岩为主。矿体受构造和岩性控制明显。

矿床1号主矿体位于 F_{15} 和 F_5 断裂之间,呈EW向展布,走向长750 m,厚0.81~169.79 m,平均厚52.67 m,斜深>300 m,矿石品位 $w(\text{Pb})=0.70\%$, $w(\text{Zn})=10.50\%$ ①。矿体倾向NE,局部反倾,倾角较陡,一般>75°。矿体后期被 F_7 、 F_{10} 、 F_9 、 F_8 、 F_6 等NW向断裂切错成多个矿块。

围岩蚀变有碳酸盐化、碳化、硅化和黄铁矿矿化等,与铅锌矿化关系密切,二者多相伴产出。

矿石组分丰富,矿石矿物以闪锌矿、方铅矿为主,次有白铅矿、铅矾、磷氯铅矿、菱锌矿、异极矿、水锌矿、硅锌矿、黄铁矿、白铁矿、黄铜矿、银黝铜矿、辉铜矿、硫镉矿、毒砂、铜蓝、蓝铜矿、孔雀石等矿物。脉石矿物以白云石、方解石和石英为主,次为绢云母、高岭石、胶磷矿、玉髓、重晶石和石墨等。矿石结构有粒状结构、乳浊状结构、格架状结构、充填(充填)结构等;矿石构造有角砾状构造、块状构造、同心环带状构造、网脉状构造和蜂窝状与晶洞构造等。矿石自然类型可分为块状硫化物矿石、黑色角砾状

矿石和细脉浸染状矿石,以细脉浸染状矿石为主。

3 控矿因素

3.1 岩性及其转化界面控矿

矿体主要产于震旦系灯影组(Z_1dn)白云岩、硅质白云岩和寒武系麦地坪组(ϵ_1m)硅质条带白云岩、含磷白云岩中,极少量呈脉状产于寒武系筇竹寺组底部的钙质细砂岩和粉砂岩中,与区域同类型铅锌矿床的含矿层位及岩性是一致的,矿体受碳酸盐岩与泥质岩类的岩性转化界面控制明显,这是因为:

(1)碳酸盐岩有利于热液就位形成矿体。成矿前的碳酸盐岩在水的作用下可形成天然溶蚀孔洞,在成矿过程中遇到含矿热液也易被溶蚀形成容矿空间;碳酸盐岩较其它岩层化学性质活泼,易与含矿热液发生交代反应,从而使地球化学条件改变,成矿物质利于沉淀形成矿体。在区内灯影组上部的筇竹寺组碎屑岩中,虽也发育少量脉状铅锌矿体,但以碎屑岩为围岩的矿体一般延伸短,厚度小,品位不高,因

为碎屑岩不易溶蚀,且后期热液对成矿空间改造有限,不易产生交代反应,碎屑岩空隙中的矿质易于散失。

(2)岩性转化界面的泥质岩类对含矿热液有遮挡作用,利于含矿热液在有限的空间内回流富集。区内寒武系麦地坪组与筇竹寺组之间发育一平行不整合界面,界面附近有厚几米至十几米的深色泥岩、页岩,是天然的物理屏障,对成矿热液往上扩散有遮挡作用,遇阻后的热液易就近成矿。矿区的主要铅锌矿体产于该不整合界面以下几十米的范围内,再往下岩层的矿化变差,这表明由于有了顶板泥质岩遮挡作用,有利于矿体的富集成矿。

3.2 断裂控矿

断裂为矿区主要的控制因素,NWW向断裂(F_{15} 、 F_1)控制矿床,NW向断裂(F_8 、 F_9 、 F_6 、 F_5 、 F_7 、 F_{14} 、 F_{23})控制或切割矿体。

矿区的NWW向断裂在区域范围内呈近EW向展布,控制着大梁子铅锌矿的分布。 F_{15} 和 F_1 断裂是控制铅锌矿床的“边界”断裂,也是控制矿床成矿物质来源的导矿断裂,还具有多次活动的特点。在 F_{15} 以南的区段有一系列NW向断裂与之交汇,交汇点附近是黑色破碎带的主要发育区段,还成为后期热液成矿的主要富集空间。在 F_{15} 和 F_1 断裂的南、北两侧尽管还有NW向、NNW向的脉状铅锌矿体的分布,但其规模远小于两条断裂之间的铅锌矿体,这用“断裂交汇部位控矿”^[11-12]的成矿规律来解释是非常合理的。

3.3 黑色破碎带控矿

黑色破碎带是本矿区较为特殊的一种地质体,它是一种角砾岩,深灰-灰黑色,含少量碳质、有机质,胶结-半胶结状;其分布受NWW向和NW向断裂的共同控制,多产于厚大富矿体的上部,破碎带内常发育有贫矿体。黑色破碎带有明显的分带现象,中心多为黑色含粉砂质角砾,边部的黑色角砾岩中则含较多的白云岩角砾^②。以碎屑岩为主的黑色破碎带称为 R_2 ,主要分布在矿床西部和上部,相对远离矿体;以碳酸盐岩为主的黑色破碎带称为 R_1 ,主要分布在 R_2 的下部,产于矿体旁侧。

4 成矿机制

大梁子铅锌矿床的成矿物质主要为金属成矿元素Zn、Pb以及 S^{2-} 等。Zn等金属成矿元素来源于

褶皱基底中元古界会理群等海相沉积地层^[4],其通过 F_{15} 等NWW向深大断裂随热液由下往上运移。 S^{2-} 来源于矿体的围岩和盖层,在震旦系灯影组、寒武系龙王庙组(石龙洞组)都有膏盐层相伴生^[13],其中的 SO_4^{2-} 经地下水淋漓作用混入成矿热液, SO_4^{2-} 进入还原环境后还原出 S^{2-} ,为铅锌成矿提供了硫源。大梁子铅锌矿床中矿石的 $\delta^{34}S$ 值为 $10 \times 10^{-3} \sim 20 \times 10^{-3}$,比现代海相沉积物及蒸发沉积岩的 $\delta^{34}S$ 略低,推测矿石中的 S^{2-} 为富含硫酸盐的白云岩经热化学还原作用形成^[13]。另外在矿体围岩和盖层中富含有机质,如寒武统筇竹寺组中的黑色碳质页岩、麦地坪组底部的含磷矿层,在多次热液活动中萃取地层中的有机质形成黑色破碎带,为后期成矿提供了容矿空间和地球化学障,使 S^{2-} 与Zn、Pb等金属元素结合形成铅锌矿物。

5 成矿地质体

成矿地质体是指与矿床在时间、空间和成因上有密切联系的地质体^[14],成矿地质体的确定是找矿预测的前提。对于大梁子铅锌矿区而言,成矿地质体一是指建造(赋矿层位),二是指构造(赋矿空间)。

大梁子铅锌矿的赋矿层位是震旦系灯影组和寒武系麦地坪组。地层中的灰岩、白云岩等碳酸盐岩性质活泼,易于与地下水、热液发生溶解反应和置换反应,也因其性脆易于破碎,使孔隙、裂隙广布,便于矿质沉淀;地层中的泥质岩夹层具有很强的阻水性,可以形成天然的遮挡层。

大梁子铅锌矿的赋矿空间为NWW向断裂和次级的NW向断裂的交汇部位。NWW向断裂是区域性断裂,切割深度可达区域的基底中元古界会理群,会理群中的成矿物质经热液萃取后可通过NWW向断裂向上迁移;次级构造NW向断裂与NWW向断裂形成构造交汇并切错了震旦系和寒武系岩石,构成广泛的岩石破碎带和密集的裂隙系统,为热液成矿提供了良好的储矿空间;富含碳质的黑色破碎带对金属元素具有很好的吸附作用,加速了金属硫化物的形成与富集。

因此,大梁子铅锌矿的成矿地质体为沟通会理群与下震旦统灯影组和下寒武统麦地坪组、处于碳酸盐岩与泥页岩转化部位的NWW向和NW向断裂交汇处的构造破碎带。

川滇地区的铅锌矿床存在成矿时代难以确定的

问题,大梁子铅锌矿也不例外,近年取得的一批测年数据时代跨度很大,涉及华力西期、印支期、燕山期和喜马拉雅期4大构造期^[15-17],所以难以得到广泛认可。但较早形成的赋矿层位和较晚形成的赋矿空间却与密西西比型铅锌矿可资对比。

6 找矿潜力分析

大梁子铅锌矿床主要受断裂破碎带和岩性的控制,黑色破碎带与矿体空间关系密切。根据对矿床成矿地质体的分布规律研究,提出矿床深部及外围的找矿方向。

(1)以 F_{15} 断裂与 F_6 、 F_5 断裂在NW走向上的所挟部位具有较好找矿潜力。 F_5 断裂被认为是原始断陷构造的南部边界,大梁子矿区的主矿体均分布在 F_{15} 断裂与 F_5 断裂之间,矿体的整体走向随NWW向 F_{15} 断裂展布, F_{15} 与 F_5 断裂往西并没有相交的趋势,该部位有赋矿空间的存在。对比主矿体与黑色破碎带的空间关系可知,主矿体产于黑色破碎带下盘0~120 m的范围内,在11线—19线上尤为明显(图3)。黑色破碎带产于 F_6 断裂破碎带中,断裂倾向NE,其下为1号矿体,底部为 F_5 断裂。在地表含黑色破碎带的 F_6 断裂以及其下盘的矿体已延伸至33线(23线以西约200 m),往西仍未尖灭。另外,矿床西部的走向激电中梯和激电测深成果显示,在 F_6 断裂与 F_5 断裂所挟区段具有低阻高激化异常(图4),显示在 F_6 断裂与 F_5 断裂间的寒武系

下部有较好的找矿潜力。

(2)断陷构造内以 F_7 断裂为中心往东延伸部位有较好的找矿潜力。 F_{15} 断裂与 F_5 断裂之间还夹有 F_8 、 F_9 、 F_7 、 F_{13} 、 F_{14} 等多条含矿断裂,尤其是 F_7 断裂与 F_{15} 断裂之间所挟部位的浅部仍见厚大矿体,已延伸至东部的8线。矿床东部的黑色破碎带不甚发育,目前已控制的矿体主要产于 F_7 断裂的上盘,受 F_7 、 F_{13} 、 F_{14} 、 F_{25} 等断裂控制,而 F_7 下盘的 F_8 、 F_9 、 F_6 、 F_5 等含矿断裂往东的延伸部位并未得到控制。

(3)以 F_{15} 断裂为核心构造向深部的延伸是深部找矿方向。 F_{15} 断裂为矿床的主要导矿构造,由基底陡立的压性断裂转化而来的张性断裂破碎带,具有延伸长、延深大、宽度大的特点。从图5可知,由上往下主要矿体有向 F_{15} 断裂靠拢的趋势明显, F_{15} 断裂向深部将逐渐由导矿构造转为控矿构造。矿体在上部受一系列发散的断裂控制,因而厚大;往深部控矿构造具聚敛趋势,矿体厚度逐渐变薄。虽然目前已知矿体均产于 F_{15} 断裂的上盘,但在深部 F_{15} 断裂的下、上盘均应作为找矿靶区。

7 结论

(1)大梁子铅锌矿床受构造和灯影组等岩性组合的双重控制,与黑色破碎带之间的空间关系密切,是典型的MVT型矿床。

(2)矿床的成矿地质体为切穿了灯影组、麦地坪组顶部的碳酸盐岩和泥页岩转化部位的断裂破碎带。

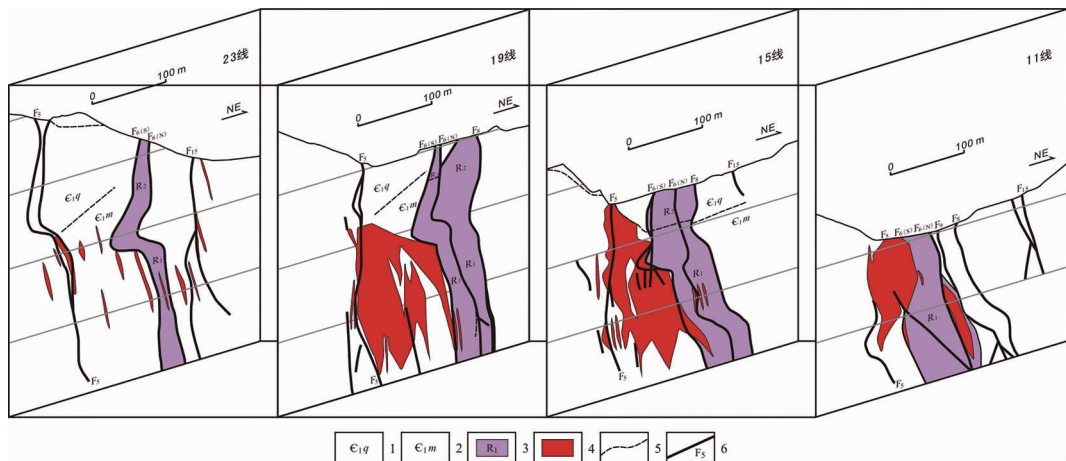


图3 大梁子铅锌矿区勘探线联合剖面图

Fig. 3 Integrated section of exploration lines of Daliangzi Pb-Zn deposit

1. 下寒武统筇竹寺组; 2. 下寒武统麦地坪组; 3. 黑色破碎带; 4. 矿体;

5. 地质界线; 6. 断裂及编号

- [9] 王奖臻,李朝阳,李泽琴,等. 川、滇、黔交界地区密西西比河谷型铅锌矿床与美国同类矿床的对比[J]. 矿物岩石地球化学通报,2002,21(2):127-132.
- [10] 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.
- [11] 杨开渠,黄庆华. 构造体系复合研究及其控矿意义[J]. 地质论评,1987,33(3):212-221.
- [12] 陈国达. 成矿构造研究法[M]. 北京:地质出版社,1978.
- [13] 袁波,毛景文,闫兴虎,等. 四川大梁子铅锌矿成矿物质来源与成矿机制:硫、碳、氢、氧、锶同位素及闪锌矿微量元素制约[J]. 岩石学报,2014,30(1):209-220.
- [14] 叶天竺,吕志成,庞振山,等. 勘查区找矿预测理论与方法(总论)[M]. 北京:地质出版社,2015.
- [15] 张长青,李向辉,余金杰,等. 四川大梁子铅锌矿床单颗粒闪锌矿铷-锶测年及地质意义[J]. 地质论评,2008,54(4):532-538.
- [16] 吴越. 川滇黔地区 MVT 铅锌矿床大规模成矿作用的时代与机制[D]. 北京:中国地质大学(北京),2013.
- [17] 江小均,王忠强,李超,等. 滇东北会泽超大型铅锌矿 Re-Os 同位素特征及喜山期成矿作用动力学背景探讨[J]. 岩矿测试,2018,37(4):448-461.

Identification of ore-hosted geological bodies and their prospecting potential in Daliangzi Pb-Zn deposit in Huidong county, Sichuan province

WEI Yu

(Sichuan Institute of Metallurgical geological Exploration, Chengdu 610051, China)

Abstract: Daliangzi Pb-Zn deposit is a MVT type deposit occurring in a fault depression structural belt held by NWW fault F_1 and F_{15} . The host rock is Sinian and Cambrian dolomite. Ore bodies are developed at intersection of NWW fault and NW fault and rich ore in "the black clastic zone". The structurally clastic zone which penetrates Huili Group, Lower Sinian Dengying Formation and Lower Cambrian Maidiping Formation at intersection of NWW fault and NW fault in the transformational zone from carbonate rock to mud shale. The ore potential is made to depth and surroundings of the deposit.

Key Words: Daliangzi Pb-Zn deposit; geological characteristics; the ore-hosted geological body; the ore potential; Sichuan province