

# 四川宁南跑马铅锌矿床的成矿时代及其地质意义

蔺志永<sup>1,2</sup> 王登红<sup>3</sup> 张长青<sup>3</sup>

(1. 中国地质科学院研究生部, 国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京 100037;  
2. 中国地质调查局, 北京 100037; 3. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

**摘要:**四川省宁南县跑马铅锌矿床是产于下寒武统麦地坪段白云岩中的层控矿床, 主要受层间破碎带控制, 有两个含矿层。该矿床是沉积改造型铅锌矿床, Pb+Zn 的品位 6%~9%, 富矿可达 30% 以上。笔者利用 TIMS 测试技术获得闪锌矿的 Rb-Sr 同位素年龄值, 结果表明跑马铅锌矿化等时线年龄为  $(200.1 \pm 4.0)$  Ma, 属印支晚期—燕山早期。由于该矿床与云南会泽铅锌矿年龄相近, 推断为同一构造—岩浆活动的产物。

**关键词:** Rb-Sr 同位素年龄; 沉积改造型铅锌矿; 跑马; 扬子地台

**中图分类号:** P618.42; P618.43      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-3657(2010)02-0488-07

跑马铅锌矿床位于扬子地台西南缘、康滇地轴东缘的宁南—会东拗陷盆地中, 属于川—滇—黔铅锌多金属成矿区的矿床之一。该矿床于 20 世纪 60 年代由四川省地质局发现, 原为一小型矿点, 后来四川省冶金地质勘查院通过开展国土资源大调查(1999—2001 年)及矿产资源补偿费矿产勘查(2003—2004 年)工作, 2005 年最终提交大型层控型铅锌矿床。晏子贵、贺光兴等<sup>[1,2]</sup>对跑马铅锌矿的地层、岩浆岩、构造做了详细阐述, 并分析了成因, 但由于缺乏精确的年代学资料, 无法深入探讨矿床成因和建立切合实际的矿床成因模型。而且, 铅锌矿床定年一直是研究的难题, 主要原因是铅锌矿床中缺少可以直接用于同位素定年的矿物。笔者对采自矿体中的闪锌矿样品进行了 Rb-Sr 同位素年龄测定, 首次获得了该矿床的成矿年龄, 结合区域上铅锌矿床的年代学、地层、构造、成因等资料, 探讨该矿床的成因并提出找矿方向。

## 1 区域地质概况

### 1.1 地层及其含矿性

跑马铅锌矿床位于宁南—会东拗陷盆地北端, 该盆地大致呈三角形展布, 夹在西北边的康滇古陆和南边的会理古陆之间(图 1)。区内出露最老地层为中元古界; 震旦系发育齐全, 分布较广; 古生界除石炭系缺失外, 其余各系均有分布; 中生界以陆相沉积为主。铅锌矿含矿层位主要为震旦系灯影组顶部和下寒武统麦地坪段, 其次为上奥陶统大箐组和中志留统大关组。能构成层控型铅锌矿床的层位绝大部分集中在下寒武统麦地坪段, 该段位于寒武系筇竹寺组与麦地坪段的平行不整合面之下的一定范围, 赋矿地层岩石性脆、多孔、易溶, 既是矿源层, 又是良好的储矿层。跑马铅锌矿符合上述成矿特征, 矿床受层位、岩性组合的相序结构控制。

收稿日期: 2009-09-10; 改回日期: 2009-12-11

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目“我国重要矿产和区域成矿规律研究”(1212010633903)、中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(K2007-1-3)、“中国成矿体系综合研究”(1212010634002)及“我国西部重要成矿区带矿产资源潜力评估”项目(1212010535804)联合资助。

作者简介: 蔺志永, 男, 1977 年生, 工程师, 从事矿产勘查、研究工作; E-mail: lzhiyong@mail.cgs.gov.cn。

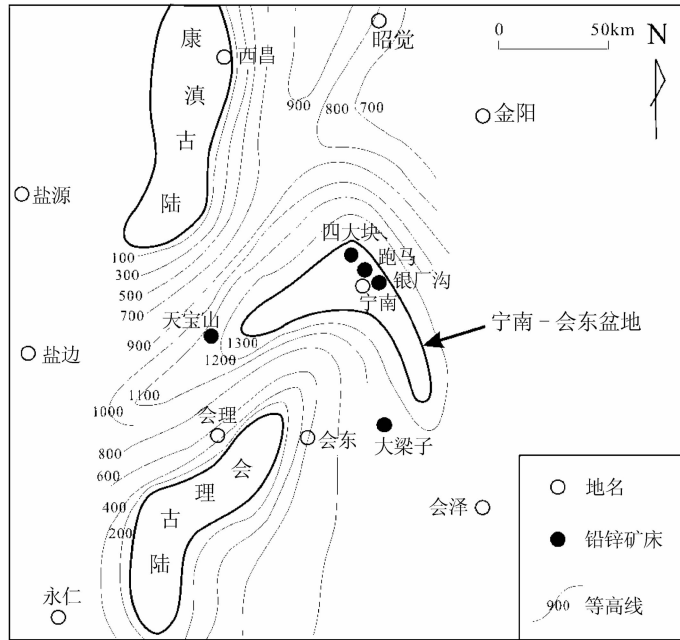


图 1 康滇地轴北段及东缘晚震旦世古地理及铅锌矿床分布示意图(据晏子贵等<sup>[2]</sup>改编)

Fig.1 Lead-zinc deposit distribution and Late Proterozoic paleogeography of the east margin of north Kangdian geo-axis (modified after Anzigui et al.<sup>[2]</sup>, 2006)

### 1.2 区域岩浆岩

本区岩浆岩主要产于前震旦纪、晚二叠纪和三叠纪, 现认为与铅锌矿有直接关系的岩浆岩主要见于宁南溜沙, 为三叠纪霞石正长岩, 该岩体附近有一系列铅锌矿点, 并有极好的铅锌分散流组合异常。其余岩浆岩与铅锌矿的关系不明显, 但多期次的岩浆-热液活动为铅锌矿的活化转移富集提供了必要条件。

### 1.3 区域构造

本区地处川滇经向构造与南岭纬向构造的交切部位, 区内褶皱和断裂发育。南北向跑马—骑骡沟背斜贯穿本区, 其为一东翼陡、西翼缓的不对称背斜; 断裂以南北向、北西向最为明显, 二者以明显的联合、复合关系交织在一起。

### 1.4 区域铅锌矿床产出情况

在三角形盆地的西南部有天宝山大型铅锌矿床, 东南部有大梁子大型铅锌矿床, 北部的宁南地区已发现银厂沟、四大块等铅锌矿床, 它们与跑马铅锌矿床的赋矿层位、控矿构造相同<sup>[3-5]</sup>。盆地外缘东南侧的云南会泽大型铅锌矿田虽然赋矿层位为石炭系摆佐组白云岩, 但空间和成矿时代相近, 应属于同一构造-岩浆-成矿体系(图 1)。

## 2 跑马铅锌矿床地质特征

矿区出露地层有震旦系上统灯影组, 下寒武统麦地坪组和筇竹寺组, 后者呈平行不整合接触。灯影组为一套厚层块状白云岩, 局部为黑色含隧石条带泥质白云岩, 筇竹寺组由薄-中层状含磷粉砂岩、含泥粉砂岩、白云质粉砂岩等岩性组成; 铅锌矿体集中产于潮坪-潟湖相的泥质粉砂岩-含藻白云岩-硅质条带白云岩组合的麦地坪段, 受平行不整合面、褶皱的层间破碎带、裂隙密集带和断裂等控制(图 2)。

矿区内无岩浆岩和火山岩分布。矿区外围分布着震旦纪花岗岩、晚二叠世峨眉山玄武岩、三叠纪霞石正长岩。

矿区处于南北向跑马—骑骡沟背斜的西翼次级褶皱构造中, 该背斜为一东翼陡、西翼缓的不对称背斜, 是本区重要的控矿构造。受区域性南北向断裂的影响, 矿区内产生一系列近南北向断裂(F<sub>3</sub>、F<sub>4</sub>、F<sub>5</sub>、F<sub>6</sub>、F<sub>7</sub>)、剪切和张性裂隙, 导致层间破碎带非常发育, 构成良好的导矿和储矿构造。F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 为成矿后断裂, 局部切割或破坏矿体(图 2)。

矿区从北向南有蘑菇山、哈保左、雀株山、云雾山 4 个矿段(图 2), 以 III、IV、V 号矿体规模较大, 其

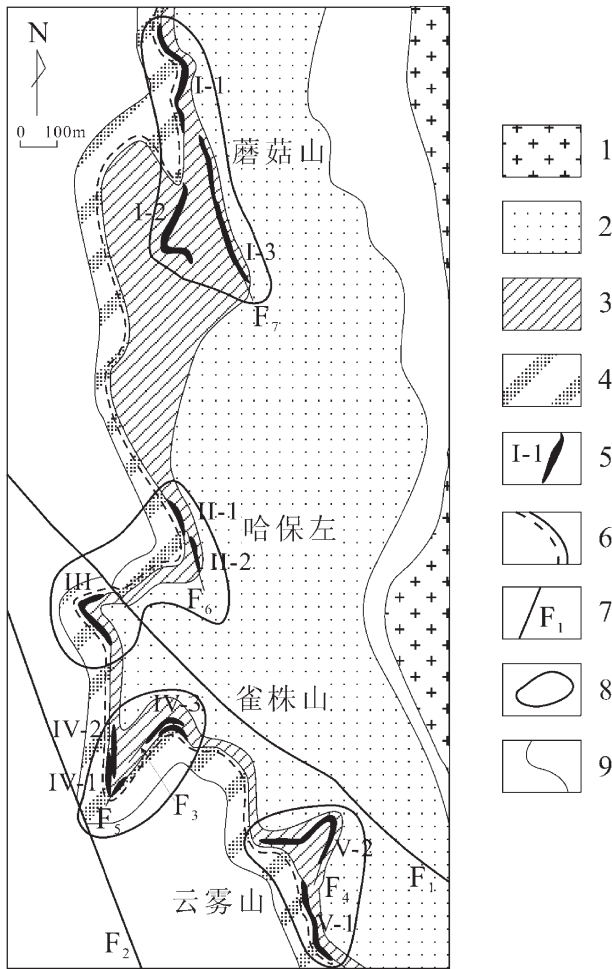


图2 跑马铅锌矿区地质简图(据贺光兴等<sup>[4]</sup>改编)

1—前震旦纪花岗岩;2—震旦系上统灯影组白云岩;3—下寒武统麦地坪组硅质条带白云岩;4—下寒武统筇竹寺组粉砂岩;5—矿体及编号;6—平行不整合面;7—断层及编号;8—矿段;9—地质界线

Fig.2 Geological sketch map of the Paoma lead-zinc deposit (modified after Huguangxing et al.)

1—Precambrian granite; 2—Sinian (Late Proterozoic) Dengying dolomite; 3—Lower Cambrian Maidiping dolomite containing siliceous stripes; 4—Lower Cambrian Qiongzhusi siltstone; 5—Ore body and its serial number; 6—Parallel unconformity; 7—fault and its serial number; 8—ore block; 9—Geological boundary

资源量分别占矿区资源量的36%、23%和29.38%。赋矿层均为不整合面之下的麦地坪段,分为上、下两个含矿层。上含矿层位于麦地坪段顶部与筇竹寺组分界处,矿体呈层状、似层状产于白云岩的层间破碎带中,长度由几百米至上千米,厚度大(可达10.9 m)且稳定,矿体连续,品位稳定,一般6%~9%;矿石矿物呈浸染状、条带状、星点状;一般含锌高,铅锌比小于0.1;代表性矿体有I-1、II-1、III、V-1。下含矿层

在上含矿层下约40 m处,多产于层间破碎带中,呈似层状、囊状、不规则状产出,特点是含铅高(铅锌比大于1),石英-方解石脉多,矿石矿物结晶粗大,矿石呈团块状,易形成块状富矿(30%~60%),但品位、厚度的稳定性较差,连续性也较差;代表性矿体有II-1、IV-2、IV-3、V-2。

矿石矿物主要有方铅矿、闪锌矿,次为黄铁矿、黄铜矿以及白铅矿、菱铁矿、孔雀石等。脉石矿物为白云石、石英、方解石、萤石、重晶石等。围岩蚀变较弱,以硅化、碳酸盐化为主,局部地段有黄铁矿化和极少量的重晶石化、萤石化。硅化、碳酸盐化与铅锌矿化关系密切。

### 3 Rb-Sr 同位素法测定矿化年龄

#### 3.1 闪锌矿样品的选取

闪锌矿单矿物样品PM1~PM10从采自雀珠山矿区跑马矿段2#井中的条带状矿石中挑选的,米黄色闪锌矿与方铅矿一起呈条带状产出(图3)。由于闪锌矿是矿体中主要矿石矿物,因此闪锌矿的Rb-Sr年龄代表了成矿时代,试验在宜昌地质矿产研究所同位素实验室进行。

#### 3.2 分析方法

从矿石中分离出闪锌矿物,在镜下进一步挑纯,将挑纯的闪锌矿物用高纯水清洗干净并在低温电热板上烘干水份,称取一定量的闪锌矿物置于高纯石英烧杯中,加入<sup>84</sup>Sr和<sup>85</sup>Rb混合稀释剂和王水,在中温电热板上加热溶解,待样品全部溶解后,蒸干。用1 mol/L HCl淋洗容样器内壁并重新蒸干,用1 mol/L HCl溶解样品并离心分离,将清液转入已准备好的AG50×8(200~400目)阳离子交换柱进行交换,用14 mL 1 mol/L HCl淋洗Li<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Fe<sup>3+</sup>、Al<sup>3+</sup>等金属离子,继续用6 mL 2.5 mol/L HCl淋洗Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Fe<sup>3+</sup>等金属离子,再用6 mL 2.5 mol/L HCl解吸Sr。分别用聚四氟乙烯烧杯收集吸液,并蒸干后,再一次以相同流程对Rb、Sr进一步纯化,最后的收集液蒸干后供质谱分析用。Rb、Sr含量采用同位素稀释质谱法测定;<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr比值是使用加稀释剂的一次测量,按常规公式计算而获得。Rb、Sr同位素分析在Finnigan MAT-261可调接收固体质谱计上进行,试样以氯化物形式涂在预先灼烧处理过的干净铍带上,Rb、Sr采用双带热表面电离。离子流强度由多道可调多接收器同时接收,计算机自动





图 3 跑马铅锌矿坑道中铅锌矿体  
Fig.3 Pb-Zn ore body of the Paoma deposit

处理数据,分析结果见表 1。

用国际标准物质 NBS987 监控仪器工作状态,用 NBS607 和 Rb-Sr 国家一级标准物质 (GBW0411) 监控分析流程。上述标准物质测定值分别为 NBS987:  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  值为  $0.71026 \pm 0.00006 (2\sigma)$ , NBS607:  $\text{Rb}/10^{-6}$  为 523.22,  $\text{Sr}/10^{-6}$  为 65.56,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  为  $1.20035 \pm 10 (2\sigma)$ ; GBW04411:  $\text{Rb}/10^{-6}$  为 249.08,  $\text{Sr}/10^{-6}$  为 158.39;  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  为  $0.76006 \pm 15 (2\sigma)$ 。  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  和  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  的测定精度分别好于 1%~2% 和 0.008%~0.02%。上述全部化学操作均在净化实验室内进行,使用的器皿有氟塑料、石英或铂金制成。所用试剂为高纯试剂经亚沸蒸馏器蒸馏,其 Rb、Sr 空白为  $10^{-11}$ ~ $10^{-12}$  g/g。高纯水由 Milli-Q 水纯化系统纯化,其 Rb、Sr 空白为  $10^{-12}$  g/g; 与样品同时测定的 Rb-Sr 全流程

空白都在 0.3 ng 左右。当样品中 Rb、Sr 含量低于  $10^{-6}$  量级水平,均做了空白校正。

数据处理采用 Isoplot 程序<sup>[6]</sup>, 设定参数:  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}=3\%$ ,  $^{87}\text{S}/^{86}\text{Sr}=0.001\%$ 。闪锌矿 Rb-Sr 同位素测定在宜昌地质矿产研究所完成。

### 3.3 分析结果

测试获得的 Rb-Sr 同位素结果见表 1, 年龄为  $(200.1 \pm 4.0)\text{Ma}$  (图 4-B), 表明此矿床形成于印支晚期。图 (4-A) 可以看出, 由于 Rb-Sr 同位素体系的封闭温度较低, 热液蚀变和改造会影响该同位素体系的封闭性, 导致所测点不在同一等时线上, 且年龄误差 ( $\pm 89\text{Ma}$ ) 非常大, 因此, 该年龄没有被采用, 而 PM-2, PM-3, PM-4, PM-5 和 PM-9 这 5 个点构成了一条很好的等时线, 且误差在合理的范围内, 此

表 1 跑马铅锌矿中闪锌矿的铷锶同位素测定结果

Table 1 Rb-Sr data of sphalerites from the Paoma lead-zinc deposit

序号	样品号	样品名称	Rb/ $10^{-6}$	Sr/ $10^{-6}$	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(2s)$
1	*PM-1	闪锌矿	0.3261	1.945	0.4837	0.71592±0.00004
2	PM-2	闪锌矿	0.4307	3.148	0.3948	0.71594±0.00006
3	PM-3	闪锌矿	0.1664	2.183	0.2199	0.71545±0.00003
4	PM-4	闪锌矿	0.0387	6.697	0.0167	0.71487±0.00003
5	PM-5	闪锌矿	0.1283	0.8475	0.4367	0.71607±0.00001
6	*PM-6	闪锌矿	0.5555	2.990	0.5361	0.71592±0.00005
7	*PM-7	闪锌矿	0.0849	0.8553	0.2864	0.71537±0.00007
8	*PM-8	闪锌矿	0.2552	11.00	0.0670	0.71521±0.00001
9	PM-9	闪锌矿	0.1482	5.045	0.0847	0.71506±0.00002
10	*PM-10	闪锌矿	0.0869	4.983	0.0503	0.71529±0.00003

注: 样品由宜昌地质矿产研究所测试, 其中  $\lambda(^{87}\text{Rb})=1.42 \times 10^{-11} \text{a}^{-1}$ , 数据结果的可信度为 95%。

外,结合跑马铅锌矿床所处的构造位置和构造背景,笔者认为 $(200.1\pm 4.0)\text{Ma}$ 的年龄值是可用的。

## 4 讨论

### 4.1 区域性铅锌矿成矿时代

云南会泽超大型铅锌矿田方解石 Sm-Nd 等时线年龄为 $(222\pm 14)\text{Ma}$ <sup>[7]</sup>,与本文获得的跑马铅锌矿床成矿时代较为接近,表明两者都是印支晚期—燕山早期的产物。四川会理天宝山大型铅锌矿床,四川会东大梁子大型铅锌矿床,四川宁南银厂沟、乐红等铅锌矿床尚无精确的测年资料,但与跑马铅锌矿床同属于川—滇—黔铅锌多金属成矿区,且赋矿层

位相同(表 2);云南会泽铅锌矿的赋矿层位为石炭系白云岩,但与跑马铅锌矿床年龄一致,因此推断上述矿床为同一构造—岩浆—成矿体系的产物。目前对于川滇黔交界及更大范围内“层控型”铅锌矿的成矿时代尚存在很大的争议,但从其区域性分布和多时代地层均有产出的特征看,铅锌的富集与成矿不是一个简单的地质事件,可能是一个漫长的过程,但成矿作用的高峰期可能发生在印支运动期间。

### 4.2 后期热液改造成矿

印支晚期—燕山早期,由于构造作用,区域性断裂使跑马—骑骡沟背斜受到破坏,在背斜西翼产生一些次级褶皱构造和层间破碎带,成为铅锌矿的导矿和储矿构造,加之外围岩浆活动,使本区成为地热异常区,沿断裂、裂隙下渗的大气降水和地下水被加热,并与来自深部的热液对流循环,从早期沉淀形成的矿源层以及矿区外围含矿地层中淋滤出铅锌组分,形成成矿流体运移并沉淀在上述容矿构造中,形成沉积改造型层控矿床。跑马铅锌矿区明显可以见到一些“无根”的闪锌石英脉(图 3 右),很可能是层状矿体中的铅锌在后期构造事件中再活化、近距离转移的结果。

### 4.3 成矿与岩体的关系及找矿方向

跑马沉积改造型铅锌矿是在矿源层基础上经后期热液改造而富集成矿的,而热液叠加改造是形成有经济价值矿体的重要条件。从前述控矿地质因素分析可知,赋矿层位及含矿层稳定(麦地坪段)、导矿容矿构造发育、箐竹寺组砂岩—粉砂岩阻止矿液继续上移,因此寻找矿液运移中心就具有重要的意义。从区域成矿特征上判断,雀株山矿段以南矿体厚、蚀变带宽、蚀变强度高、次级构造复杂、次级断裂多,具有成为矿液中心的特征,其与云雾山矿段有可能为同一矿液中心,蘑菇山可能另有矿液中心。因此,雀株山以南、云雾山深部以及蘑菇山以北、以西为重要找矿靶区。该两处均需动用重型山地工程,如果能结合物探低阻异常勘查,效果可能会更好。

## 5 结论

(1)川滇黔交界地区广泛分布的“层控型”铅锌矿在中国西南地区具有重要意义,但对其成矿时代长期存在不同看法。本次利用先进的 TIMS 测试技术,获得四川宁南县跑马铅锌矿中闪锌矿的 Rb-Sr 等时线年龄为 $(200\pm 1)\text{Ma}$ ,属印支晚期—燕山早期。

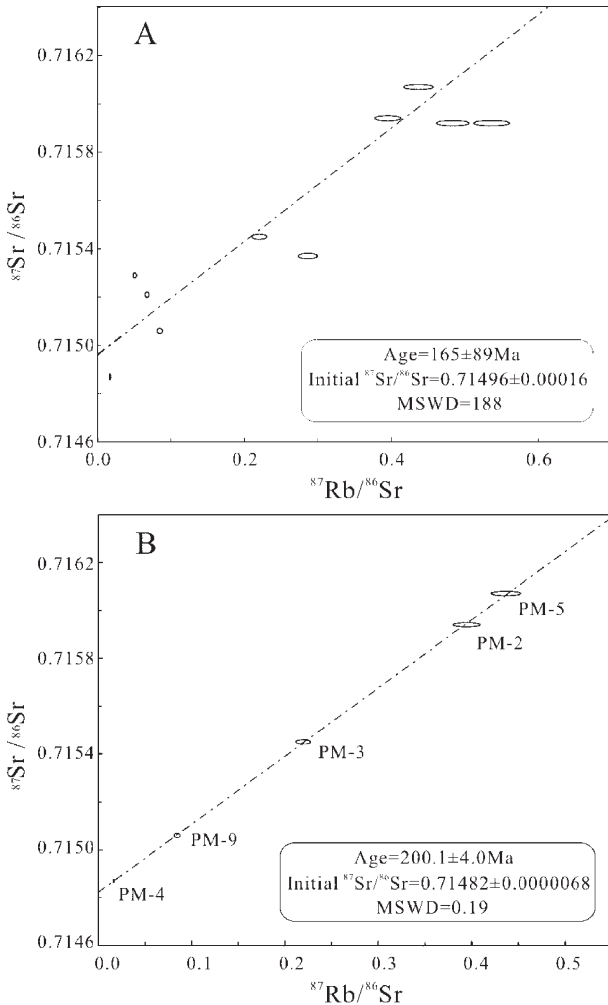


图 4 跑马铅锌矿床中闪锌矿的铷锶等时线年龄  
Fig.4 Rb-Sr isochron age of sphalerites from the Paoma lead-zinc deposit

表 2 川—滇—黔铅锌多金属成矿区典型矿床特征对比<sup>[8-10]</sup>  
**Table 2 Stratigraphic and lithologic characteristics of the representative lead-zinc deposits in Sichuan-Yunnan-Guizhou area**

矿床名称	矿床赋存部位	矿体形态	结构	构造	围岩蚀变	主要参考文献
大梁子	凉山断褶带东南角和东川台拱西北交接部位	筒状、脉状、透镜状	细粒、球粒状、草莓状	脉状、网脉状、角砾状和块状	硅化、炭化、黄铁矿化、碳酸盐化	朱赖民 <sup>[8]</sup> , 韩润生等 <sup>[9]</sup>
跑马	褶皱轴部、背斜倾伏端、褶皱翼部的硬软岩层间	似层状、层状、透镜状	粒状、变晶镶嵌、交代残余	浸染状、条带状、细脉状、团块状、块状	硅化碳酸盐化、黄铁矿化等	晏子贵等 <sup>[2]</sup> 贺光兴等 <sup>[1]</sup>
天宝山	天宝山 EW 相短轴向斜轴部	大脉状	结晶、交代、乳滴状、叶片状、文象	块状、网脉状、脉状、细脉浸染状、角砾状	白云岩化、硅化、绢云母化、碳酸盐化	王小春 <sup>[10]</sup>
银厂坡	背斜翼部纵断层上盘	似层状、透镜状、溶洞充填	结晶、固溶体分离	浸染状、碎裂状、块状	方解石化、白云石化、黄铁矿化	韩润生 <sup>[9]</sup>
会泽	背斜、逆断层、断裂及伴生的羽状横断层	似层状、透镜状、条带状、溶洞充填	结晶、交代、脉状、压碎、乳浊状	块状、浸染状、条带状、脉状、骨架状、蜂窝状、钟乳状	白云岩化、黄铁矿化、方解石化等	黄智龙等 <sup>[11]</sup> , 韩润生等 <sup>[9]</sup>
乐红	北北东向断层破碎带内	脉状、透镜状、似层状	粒状、半自形结构	砂土状、皮壳状、钟乳状、斑块状、浸染状等	白云岩化、黄铁矿化、方解石化、硅化	周云满 <sup>[12]</sup> 张自洋 <sup>[13]</sup>
茂祖	褶皱的轴部或翼部	似层状、脉状、不规则状	粒状、胶结状、镶嵌状、斑状	块状、斑点状、浸染状、脉状及网脉、带状	白云石化、硅化、萤石化	贺胜辉等 <sup>[14]</sup> , 韩润生等 <sup>[9]</sup>
衫树林	威水背斜南西翼近轴部处层间活动带内	似层状、囊状、脉状	全晶质粒状结构	微密块状、纹层状、条带状、角砾状、星散状	方解石化、白云石化、重晶石化、萤石化	金中国等 <sup>[15]</sup> , 毛德明 <sup>[16]</sup> 韩润生等 <sup>[9]</sup>

(2) 云南会泽铅锌矿的赋矿围岩为石炭系白云岩, 但与跑马铅锌矿床成矿年龄一致, 因此推断上述矿床为同一构造-岩浆-成矿体系的产物。

(3) 热液叠加改造是形成有经济价值矿体的重要条件, 因此寻找矿液运移中心具有重要意义。推断雀珠山以南、云雾山深部, 蘑菇山以北、以西为重要找矿靶区。

参考文献 (References):

[1] 贺光兴, 孙启武, 夏传见, 等. 四川省宁南县跑马铅锌矿成因浅析 [J]. 地质找矿论丛, 2006, 21(增刊):81-84.  
 He Guangxing, Sun Qiwu, Xia Chuanjian, et al. Probe to genesis of Paoma Lead-Zinc deposit, Ningnan, Sichuan [J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 2006, 21 (supp.):81-84 (in Chinese with English abstract).

[2] 晏子贵, 夏传见, 贺光兴, 等. 四川省宁南县跑马铅锌矿地质特征及找矿前景分析 [J]. 地质找矿论丛, 2006, 21(增刊):77-80.  
 Yan Zigui, Xia Chuanjian, He Guangxing, et al. Geological characteristics and ore potential analysis of Paoma Lead-Zinc deposit, Ningnan, Sichuan [J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 2006, 21 (supp.):77-80 (in Chinese with English abstract).

[3] 蒋济兵, 刘兴林. 会东大梁子铅锌矿矿床成因探讨 [J]. 矿业研究

与开发, 1999, 19(增刊):36-37.  
 Jiang Jibing, Liu Xinglin. An approach to the cause of deposit formation of Daliangzi Lead-Zinc deposit in Huidong [J]. Mining and Development, 1999, 19 (supp.):36-37 (in Chinese with English abstract).

[4] 张裴培. 四川会理天宝山铅锌矿成矿过程分析 [J]. 云南地质, 2007:428-429.  
 Zhang Beipei. Analysis of metallogenetic process, Tianbaoshan Lead-Zinc deposit, Sichuan [J]. Yunnan Geology, 2007:428-429 (in Chinese with English abstract).

[5] 杨红英, 钟康惠, 刘清双, 等. 四川宁南县银厂沟-骑骡沟铅锌矿床成因浅析 [J]. 地质学报, 2009, 29(1):24-28.  
 Yang Hongying, Zhong Kanghui, Liu Qingshuang, et al. Genesis of the Yinchanggou-Qilugou Lead-Zinc Deposit in Ningnan, Sichuan [J]. Acta Geological sinica, 2009, 29(1):24-28 (in Chinese with English abstract).

[6] Ludwig K R. Users Manual for Isoplot/Ex rev. 2. 49: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel [M]. Berkeley Geochronologica Center Special Publication No. La. 2001. 1-55.

[7] 李文博, 黄智龙, 王银喜, 等. 会泽超大型铅锌矿田方解石 Sm-Nd 等时线年龄及其地质意义 [J]. 地质评论, 2004, 50(2):189-195.  
 Li Wenbo, Huang Zhilong, Wang Yinxi, et al. Age of giant Huize Lead-Zinc deposits determined by Sm-Nd dating of Hydrothermal calcite [J]. Geological Review, 2004, 50(2):189-195 (in Chinese with English abstract).



- [8] 朱赖民, 袁海华, 栾世伟. 金阳底苏会东大梁子铅锌矿床内闪锌矿微量元素标型特征及其研究意义 [J]. 四川地质学报, 1995, 15(1): 49-55.  
Zhu Laimin, Yuan Haihua, Luan Shiwei. The characteristic of microelement in Sphalerite, Daliangzi Lead-Zinc deposit, Disu, Sichuan, and its research significance [J]. Journal of Sichuan Geology, 1995, 15(1):49-55 (in Chinese with English abstract).
- [9] 韩润生, 邹海俊, 刘鸿. 滇东北铅锌银矿床成矿规律及构造地球化学找矿 [J]. 云南地质, 2006, 25:382-384.  
Han Runsheng, Zou Haijun, Liu Hong. Metallogenetic rules and mineralization tectonic geochemistry of Lead-Zinc-Silver deposit, northeastern Yunnan [J]. Yunnan Geology, 2006, 25:382-384 (in Chinese with English abstract).
- [10] 王小春. 天宝山铅锌矿床成因分析 [J]. 成都地质学院学报, 1992, 19(3):10-20.  
Wang Xiaochun. Genesis analysis of the Tianbao Lead-Zinc deposit [J]. Journal of Cheng Du College of Geology, 1992, 19(3): 10-20 (in Chinese with English abstract).
- [11] 黄智龙, 李文博, 张振亮, 等. 云南会泽超大型铅锌矿床成因研究中的几个问题 [J]. 矿物学报, 2004, 24(2):105-111.  
Huang Zhilong, Li Wenbo, Zhang Zhenliang, et al. Several problems involved in genetic studies on Huize superlarge Lead-Zinc deposit, Yunnan [J]. Acta Mineralogical Sinica, 2004, 24(2): 105-111 (in Chinese with English abstract).
- [12] 周云满. 滇东北乐红铅锌矿床地质特征及找矿远景 [J]. 地质地球化学, 2003, 31(4):16-21.  
Zhou Yunman. Geological characteristics of the Lehong Lead-Zinc deposit in northeastern Yunnan and its ore-search prospects [J]. Geology and Geochemistry, 2003, 31(4):16-21 (in Chinese with English abstract).
- [13] 张自洋. 乐红铅锌矿床地质与成因分析 [J]. 云南地质, 2003, 22(1): 97-106.  
Zhang Ziyang. An analysis of geology and genesis of Lehong Lead-Zinc deposit [J]. Yunnan Geology, 2003, 22(1): 97-106 (in Chinese with English abstract).
- [14] 贺胜辉, 荣惠锋, 尚卫, 等. 云南茂租铅-锌矿床地质特征及成因研究 [J]. 矿产与地质, 2006, 20(4/5):397-402.  
He Shenghui, Rong Hui Feng, Shang Wei, et al. Geological characteristics and genesis of Maozu Lead-Zinc deposit, Yunnan [J]. Mineral Resources and Geology, 2006, 20 (4/5):397-402 (in Chinese with English abstract).
- [15] 金中国, 戴塔根, 张应文. 贵州水城铅-锌矿带成矿条件及控矿因素与成因 [J]. 矿产与地质, 2005, 19(5):491-494.  
Jin Zhongguo, Dai Tagen, Zhang Yingwen. Study of ore controlling conditions and metallogenic regularity in Shuicheng Lead-Zinc ore zone, Guizhou [J]. Mineral Resources and Geology, 2005, 19(5): 491-494 (in Chinese with English abstract).
- [16] 毛德明. 黔西北铅锌矿床 REE 特征及其意义 [J]. 贵州地质, 2001, 18(1):12-17.  
Mao Deming. REE Geochemistry of Lead-Zinc Deposits in northwestern Guizhou and its significance [J]. Guizhou Geology, 2001, 18(1):12-17 (in Chinese with English abstract).

## Rb-Sr isotopic age of sphalerite from the Paoma lead-zinc deposit in Sichuan Province and its implications

LIN Zhi-yong<sup>1,2</sup>, WANG Deng-hong<sup>3</sup>, ZHANG Chang-qing<sup>3</sup>

(1. Graduate School of Chinese Academy of Geological Sciences, MRL Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Assessment, Beijing 100037, China; 2. China Geological Survey, Beijing 100037, China; 3. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

**Abstract:** Located in Nanning County of Sichuan Province, the Paoma lead-zinc deposit is a stratabound deposit in a cataclastic zone of Lower Cambrian Maidiping dolomite. Being a reworked sedimentary stratoid (irregular) lead-zinc deposit, it includes two ore horizons. Pb and Zn in the ore deposit are economic elements possessing an average grade of 6%~9%, with the grade of rich ore in excess of 30%. The sphalerite Rb-Sr isochron age of  $200 \pm 1$  Ma by TIMS method suggests an age of Late Indosinian-Early Yanshanian. This ore deposit has the same age as the Huize lead-zinc deposit in Yunnan Province, and therefore it is inferred that they had the same ore-forming setting.

**Key words:** Rb-Sr isotopic age; reworked sedimentary stratoid (irregular) lead-zinc deposit; Paoma; Yangtze plate

**About the first author:** LIN Zhi-yong, male, born in 1977, doctor candidate, engages in mineral exploration and study; E-mail: lzhiyong@mail.cgs.gov.cn.