

四川会东大梁子铅锌矿床成因新探*

林 方 成

(地矿部成都地质矿产研究所, 成都)

提 要: 对大梁子铅锌矿床控矿因素和地球化学的研究认为, 矿区内重要的容矿构造为“黑破带”, 系由富含有机碳的成矿流体经改造叠加而发生黑色碳化的张性断裂破碎带。该矿床为大气降水及地层水溶滤基底岩系中的金属组分与盖层中海相硫酸盐的流体形成的混源后生矿床。深大断裂、基底断裂起导矿-控矿作用。

主题词: 铅锌矿床 控矿条件 地球化学特征 矿床成因 四川大梁子

大梁子铅锌矿是康滇地轴东缘南北向铅锌矿带中规模最大的矿床。自50年代发现以来, 众多学者对其成因进行了研究, 提出了许多不同的认识: ①由灯影组顶部层状铅锌矿化溶滤改造而成(曾忻耕等, 1982); ②古岩溶洞穴堆积成因(王则江, 1982); ③热卤水改造叠加成因(西南冶金603队, 1983); ④沉积-再造成因(巩章禄等, 1985); ⑤沉积-成岩期的初步聚集与后生热卤水再富集的两期成矿作用(徐新煌等, 1989)。笔者通过近年来对该矿山进行了大量的实地观察和室内地球化学研究, 对灯影组地层是矿源层的观点提出了异议。认为该矿床是受基底断裂控制的、由深循环的雨水及地层水溶滤基底岩系中的成矿金属与盖层中海相硫酸盐的成矿流体形成的后生矿床。

1 矿床地质概况

1.1 地层构造特征

该矿床位于康滇地轴东缘、甘洛-小江深大断裂带西侧约16 km(图1)。区域地层由褶皱基底和沉积盖层两部分组成: 前者出露中元古界会理群浅变质岩系, 其构造主要由近东西向的紧闭复式褶皱和与之平行的压性断裂以及挤压破碎带等组成; 后者由上震旦统、寒武系、奥陶系、下二叠统等海相碳酸盐岩和碎屑岩、上二叠统峨眉玄武岩以及中生界陆相红层等组成。其中, 灯影组是赋矿层, 厚928m, 岩性主要为白云岩, 下部富含藻类化石, 中部细碎屑成分较多, 上部富含磷质条带及燧石条带。从下至上可细分为八个岩性段。构造主要由北北东向的大桥向斜及南北、北西、北东向等断裂构成。

矿区内为单斜构造, 走向北东, 倾向北西, 倾角 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 。以 F_1 、 F_{15} 断裂为南北边界, 宽约600~800m的北西西向构造带内, 断裂裂隙异常发育, 是主要的控矿构造系统(图2)。

* 该文系地矿部定向基金项目“康滇地轴东缘铅锌矿”研究成果的一部分。参加该项目的人员还有杨应选、柯成熙、李忠雄、管士平等

林方成, 男, 1963年1月生。工程师, 副主任, 从事有色金属和贵金属矿研究。邮政编码: 610082
1993-3-24收稿, 1993-7-27修改回

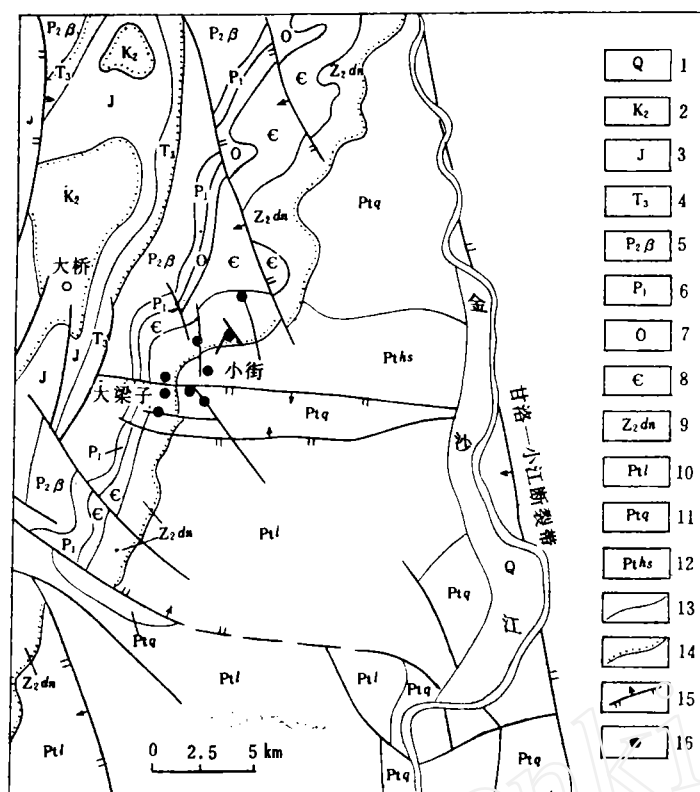


图1 大梁子铅锌矿区域地质简图

1—第四系；2—白垩系上统；3—侏罗系；4—三叠系上统；5—二叠系上统峨眉玄武岩；6—二叠系下统；7—奥陶系；8—寒武系；9—震旦系上统；10~12—中元古会理群；10—力马河组；11—青龙山组；12—黑山组；13—地质界线；14—不整合界线；15—断层；16—铅锌矿床（矿点）

Fig. 1. Regional geological sketch map of the Daliangzi lead-zinc ore district.

1—Quaternary; 2—Upper Cretaceous; 3—Jurassic; 4—Upper Triassic; 5—Upper Permian Emei basalt; 6—Lower Permian; 7—Ordovician; 8—Cambrian; 9—Upper Sinian; 10~12—Middle Proterozoic Group; 10—Limahe Formation; 11—Qinglongshan Formation; 12—Heishan Formation; 13—Geological boundary; 14—Unconformity; 15—Fault; 16—Lead-zinc deposit or ore spot.

除了F₁断裂之外，其余均为成矿前断裂，大致可分为三组：①北西西向（F₁₅、F₆、F₅、F₃、F₁₁、F₂₅、F₂₇等）断裂。其中F₁₅、F₆为规模较大的主要控矿断裂。F₁₅系区域性东西向小街—金索桥断裂的组成部分；②北西向（F₈、F₉、F₁₀、F₁₂、F₁₃、F₃₁等）断裂；③北东向（F₃₂、F₃₃、F₂等）断裂，分布于矿区西部。北西西向和北西向二组断裂在成矿前多数为顺时针扭动的平移-正断层，成矿后大多为逆时针扭动的平移-逆断层。北东向断裂在成矿前后均为向南东方向逆冲的平移-逆断层。

1.2 矿体地质特征

矿床由I号和II号两个矿体组成。II号矿体规模小，呈脉状受F₁₄断裂控制。I号矿体规模大，为主矿体，受F₁₅与F₅两断裂之间的陡立构造破碎带控制。矿体形态呈筒柱状，中部厚两端薄、浅部厚深部薄，走向北西290°~310°，倾向总体向北、局部向南，倾角75°~90°。矿体长度630m，厚度0.8~205m，平均46m，已控制的延深410m。

矿体的厚大部分赋存于灯影组第5~8段，深部延至第2段，而顶部沿断裂带延入筇竹

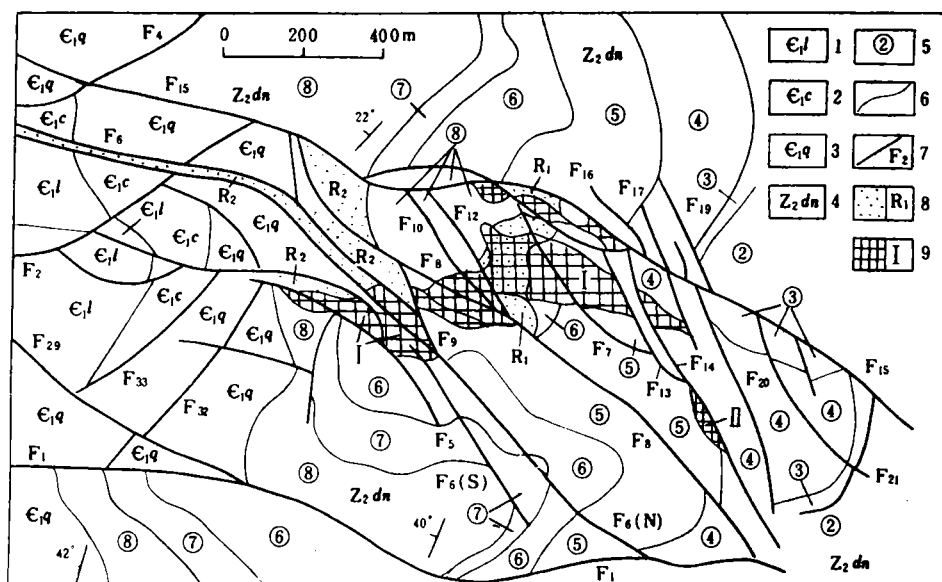


图 2 大梁子铅锌矿床地质简图

(据西南冶金 603 队资料简化)

1~3—寒武系下统：1—龙王庙组，2—沧浪铺组，3—第竹寺组；4—震旦系下统灯影组；5—灯影组岩性段编号，6—地质界线，7—断层及编号，8—“黑破带”及编号，9—铅锌矿体及编号

Fig. 2. Geological sketch map of the Daliangzi lead-zinc deposit.

1~3—Lower Cambrian, 1—Longwangmiao Formation, 2—Canglangpu Formation, 3—Qiongzhuizi Formation; 4—Lower Sinian Dengying Formation; 5—Serial number of lithologic member of Dengying Formation; 6—Geological boundary; 7—Fault and serial number; 8—“Black shatter zone” and serial number; 9—Lead-zinc orebody and serial number.

寺组中。矿区中“黑破带”和北西西向断裂带是主要的容矿构造，其次，北西西向及北西向断裂旁侧伴生的羽状裂隙也是较重要的贮矿空间。

矿体的产出具有规模大、矿化集中、矿石品位高、受断裂构造控制而具明显的穿层性等特征，说明了它是后生含矿热液充填构造空间的产物。

矿石具粒状、胶状、固溶体分离、交代残余、碎裂等结构，角砾状、脉状、网脉状、致密块状、星散浸染状等构造，在氧化带中发育蜂窝状、土状、皮壳状等构造。

矿石矿物以闪锌矿为主，其次是方铅矿、黄铁矿、黄铜矿、(砷、银)黝铜矿等。脉石矿物以白云石、石英为主，含少量方解石、重晶石、绢云母等，亦见沥青等有机矿物产出。近地表氧化矿物较发育。

矿物的生成顺序及成矿阶段如图 3 所示。

2 “黑破带”的成因及意义

矿区内发育两个规模宏大的黑色破碎岩带，被简称为“黑破带”(图 2 中的 R_1 、 R_2)，是主矿体的重要容矿构造。有关“黑破带”的性质及成因长期以来一直有争议，西南冶金 603 队认为是断裂碎破带，王则江等认为是岩溶洞穴堆积产物。经研究，“黑破带”有以下一些

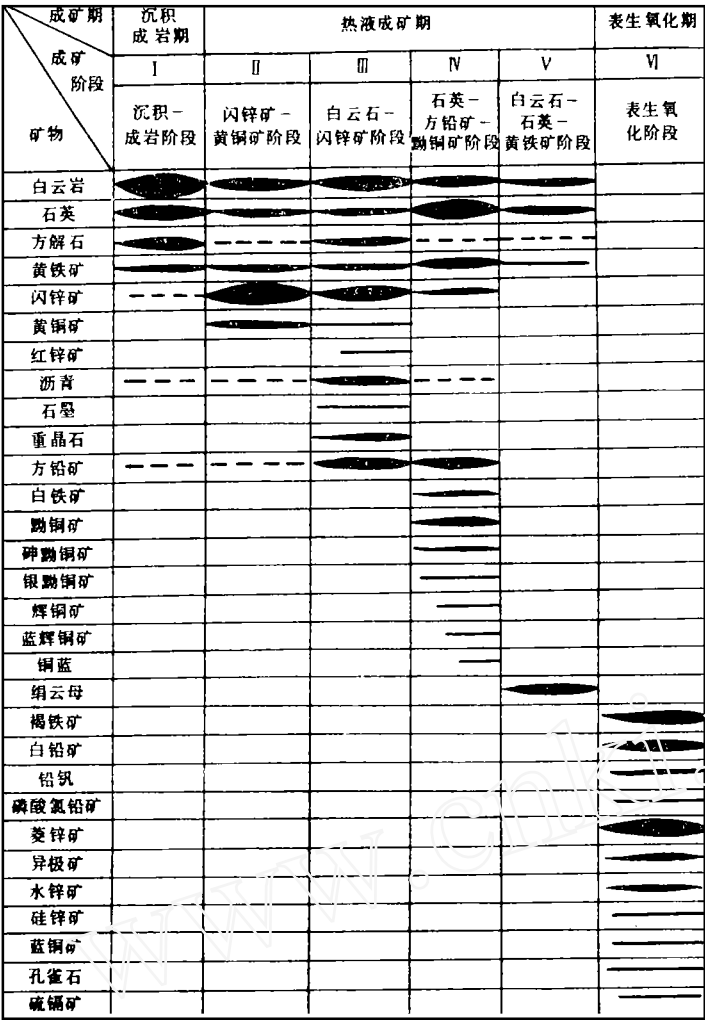


图 3 大梁子铅锌矿床矿物生成顺序及成矿阶段
(图左上角白云岩应为白云石)

Fig. 3. Formation sequence of minerals and ore-forming stages of the Daliangzi lead-zinc deposit.

特征：①“黑破带”的产状、形态明显地受 F₁₅、F₆ 等断裂的控制，具明显的穿层特征。两个“黑破带”均呈陡立产出，剖面形态上窄下宽，顶部沿 F₆ 等断裂裂隙呈指状尖灭于筇竹寺组中，深部两个“黑破带”连为一体。工程控制延深 300m 以上仍未见底。②“黑破带”的物质组成复杂，由形状不规则，大小差异悬殊的岩石角砾、碎屑等杂乱堆积而成。岩石成分浅部以碎屑岩为主，深部以白云岩占优势。部分角砾被热液白云石、石英、铅锌硫化物等充填胶结，构成团块状、角砾状富矿石，说明了矿石可能沉淀于破碎带形成之后。③“黑破带”中局部可见残存层理，甚至与其围岩或灰色破碎带呈连续渐变过渡，并且在“黑破带”中发现有钙质结核、黄铁矿结核等，它们应属于筇竹寺组底部的特征组分。据冶金 603 队(1983)资料，“黑破带”中 6 件碎屑岩样品的主要化学成分的平均含量与筇竹寺组下部的岩石相近。“黑破带”中海绿石的化学成分也与筇竹寺组中的海绿石相同(卢盛明，1983)。因此，“黑

破带”上部的碎屑岩可能来自筇竹寺组地层。④“黑破带”中的岩石具有明显的被溶蚀和重结晶现象，说明了它们曾经受了较强烈的热液改造。有关岩层的层面、裂隙、溶蚀孔洞、矿

表 1 大梁子矿区岩、矿石有机质分析结果
Table 1. Organic matter contents of rocks and ores
from the Daliangzi ore district

| 序 号 | 样 号 | 岩 性 | 层 位 | 采样位置 | 有机碳 (%) | 氯仿沥青 (%) |
|-----|--------|-----------|------|--------------|------------|-------------|
| 1 | Dx-67 | 米灰色白云岩 | 灯影组 | 大桥至小街公路旁 | 0.0162 | 0.0128 |
| 2 | Dc-1 | 米灰色白云岩 | 灯影组 | 矿区露天采场 | 0.0359 | 0.0038 |
| 3 | Dc-6 | 斑点状碳化白云岩 | 灯影组 | 矿区露天采场 | 0.0764 | 0.0017 |
| 4 | Dc-8 | 黑色碳化白云岩 | 灯影组 | 矿区露天采场 | 0.1806 | 0.0021 |
| 5 | Dk-104 | 铅锌矿化碳化白云岩 | 灯影组 | 2004m中段“黑破带” | 0.1722 | 0.0028 |
| 6 | Dk-146 | 灰黑色白云岩 | 灯影组 | 1980m中段“黑破带” | 0.2478 | 0.0009 |
| 7 | Dk-32 | 闪锌矿矿石 | 矿 体 | 1980m中段矿体 | 0.0339 | 0.0005 |
| 8 | Xj-17 | 灰绿色板岩 | 青龙山组 | 小街东侧公路旁 | 0.0394 | 0.0016 |
| 9 | Xj-5 | 黑色碳质糜棱岩 | 黑山组 | 小街东侧断裂带 | 11.5351 | 0.0126 |

测试单位：西南石油地质局实验室，1990

物晶间等，普遍见有碳质物分布。实测剖面的岩、矿石有机质的分析结果（表 1）表明，从

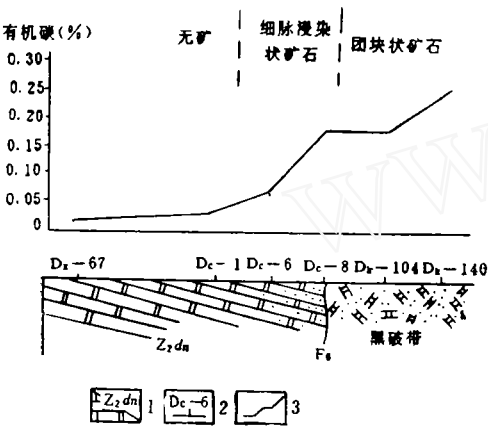


图 4 大梁子矿区地层剖面有机碳含量与铅锌矿化的关系

1—灯影组白云岩；2—采样位置；3—有机碳含量变化曲线

Fig. 4. Diagrammatic stratigraphic section of the Daliangzi ore district, showing relations between organic carbon contents and lead-zinc mineralization.

1—Dolomite of Dengying Formation; 2—Sampling Point; 3—Variation in organic carbon content.

明显地受 F₁₅ 及其伴生的次级断裂的控制，而 F₁₅ 断裂可能是继承基底东西向古老断裂的产物。在矿区以东的小街—金索桥地区，基底力马河组、青龙山组、黑山组等地层之间呈断层接

矿区外围灯影组一断裂带—“黑破带”，有机碳的含量急剧升高（图 4）。此外，矿区外围黑山组的断裂带（与矿区 F₁₅ 为同一断裂）中，亦见强烈的黑色碳化现象，其有机碳含量高达 11.5351%。矿区“黑破带”与外围基底断裂带中的黑色碳化在空间上可能是连续分布的。

⑤“黑破带”的黑色碳化与铅锌矿化的关系极为密切，其颜色越深、有机碳含量越高，往往矿石越富（图 4），而未经黑色碳化的灰色构造破碎带往往矿化很差或不见矿化。破碎带的黑色碳化与铅锌矿化可能是同期的产物，表现在成矿主阶段（图 3 的白云石—闪锌矿阶段）有较丰富的沥青、有机碳等组分产出；在闪锌矿的包裹体中含有一定量的 CH₄ 和 CO 等组分（表 2）。

根据以上事实，笔者认为，“黑破带”不是岩溶洞穴堆积产物，而是张性断裂构造破碎带在富含有机碳的成矿流体改造叠加而发生强烈的黑色碳化的结果。“黑破带”的产出，明

表 2 闪锌矿包裹体成分(10^{-6})测试结果及特征参数
Table 2. Composition and characteristic parameters
of fluid inclusions in sphalerite

| 组分及 | K ⁺ | Na ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Li ⁺ | F ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | HCO ₃ ⁻ | H ₂ O | CO ₂ | CO | H ₂ | CH ₄ | Pb | Zn | Cu |
|-----|----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|--------------------------|---------------------|-----------------|------|-------|------|
| 含量 | 28.69 | 21.99 | 23.12 | 6.45 | 0.06 | 9.5 | 63 | 80 | 0 | 2188 | 52.7 | 6.16 | 0.054 | 2.85 | 28.5 | 20.65 | 0.35 |
| 特征值 | pH 值 | | Eh(mV) | | $\frac{Na}{K}$ | | $\frac{Ca}{Mg}$ | | $\frac{Na+K}{Ca+Mg}$ | | $\frac{F}{Cl}$ | $\frac{F+Cl}{SO_4^{2-}}$ | $\frac{CO_2}{H_2O}$ | $\frac{Zn}{Pb}$ | | | |
| | 6.0 | | 410.4 | | 1.30 | | 2.17 | | 2.01 | | 0.281 | 2.734 | 0.010 | 2.30 | | | |

测试单位：宜昌地矿所，1990

触，晚震旦世地层呈角度不整合超覆于这些基底地层之上，表明有关基底断裂形成于前震旦纪，可能是晋宁期形成的与基底东西向复式紧闭褶皱伴生的构造产物^[1]。前已述及，矿区北西西向及北西向控矿断裂以及小街—金索桥等基底东西向断裂在成矿前表现为张-扭性质，根据甘洛—小江断裂带两盘地层发育及其构造形变特征的分析，矿区控矿断裂带的形成及基底断裂性质的转化，可能与二叠纪以后（白垩纪末？）甘洛—小江深大断裂发生了强烈的挤压逆冲作用并在其西侧形成了北北东向的金索桥—淌塘基底隆起有关。这种由基底隆起的压性断裂构造转化而来的控矿张性断裂破碎带，具有延伸长、延深大、宽度大等特点，这无疑是本矿床的矿体呈厚大的筒柱状，并且矿化很集中的重要构造条件。大规模“黑破带”的发育，是大型筒柱状高品位铅锌矿床的重要找矿标志之一。

3 矿床地球化学及成因探讨

3.1 成矿金属来源

（1）灯影组地层铅锌含量变化特征：灯影组是康滇地轴东缘铅锌矿带中最主要的赋矿层位，大约80%的矿床储量赋存于该组中，并且，该地层的区域铅锌背景值较高，分别为 44×10^{-6} 和 100×10^{-6} （据巩章禄等，1985），是同类地层的4.4倍和5倍，而常被认为是有关矿床的矿源层。会东地区灯影组地层剖面铅锌丰度值的测试结果（图5）表明，未见铅锌矿化的踩马水、堵格、铁柳等地段的铅锌丰度值较低（一般低于 100×10^{-6} ），且相对稳定，与区域背景值相近。大梁子、撒海卡、红光等铅锌矿床、矿点中，铅、锌丰度值显著升高，特别是剖面的上部可达无矿地段的2~3倍。这种变化现象，笔者认为不是地层原始含矿性的反映，而是外源富含铅锌的成矿流体部分地由导矿或配矿断裂向附近地层发生渗透扩散、叠加矿化的结果。

（2）岩、矿石铅同位素组成特征：我们首次对会东、会理、甘洛等重要的铅锌矿分布地区的灯影组地层进行了全岩铅同位素采样测试，其结果（表3）表明，该地层的铅同位素组成较均一，在区域上的分布较稳定，基本上为正常铅，在 $^{207}Pb/^{204}Pb$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ 的图解上（图6）可以看出，有关岩石铅均为上地壳成因铅。大梁子矿床矿石铅的同位素组成与此形成鲜明的对比，表现在矿石铅的组成变化很大，三组比值的变化范围分别为： $^{206}Pb/^{204}Pb$

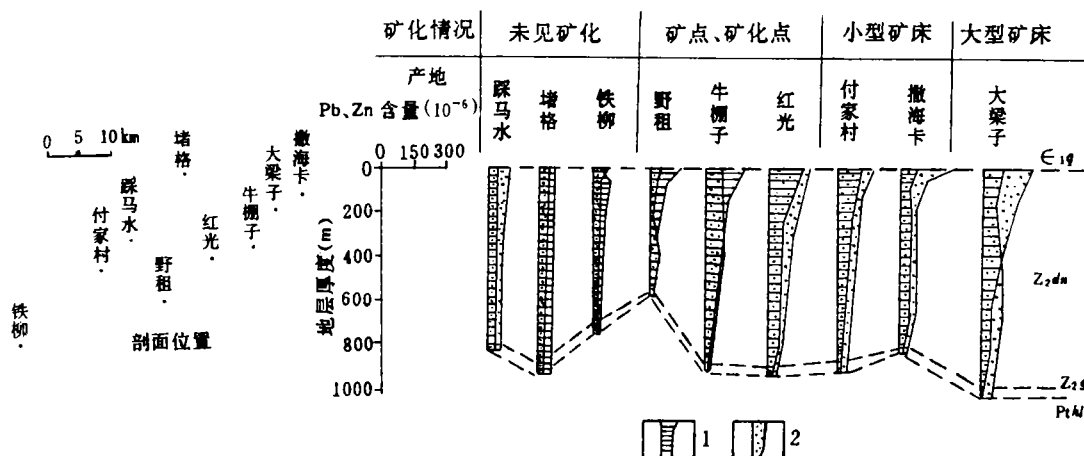


图5 会东地区灯影组铅锌含量与矿化的关系

(据西南冶金605队资料改编)

1—铅含量变化曲线; 2—锌含量变化曲线; 其他同图1、2

Fig. 5. Relations between lead-zinc contents of Dengying Formation and mineralization in Huidong area.

1—Variation in lead; 2—Variation in zinc. Other symbols as for Figs. 1 and 2.

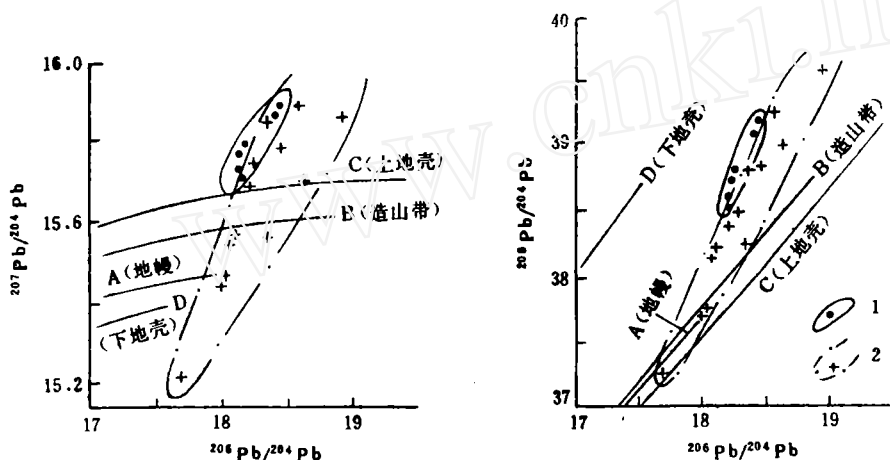


图6 灯影组岩石与大梁子矿床矿石铅同位素组成特征

(A—D据扎特曼—多伊(1981)通道构造模式演化曲线)

1—岩石铅; 2—矿石铅(有二个点分布于图外)

Fig. 6. Lead isotope composition of rocks from Dengying Formation and ores from the Daliangzi ore deposit.

(A~D: Based on growth curves of Zartman and Doe model, 1981)

1—Rock lead; 2—Ore lead, with two points outside the figure.

17.687~23.072, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 15.217~19.819, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 37.274~48.927。其源区的特征值(μ 8.1321~16.1685, ω 31.1132~97.3772)比灯影组岩石的变化范围大得多; 大约只有三分之一的矿石铅为正常铅, 其余为异常铅。并且铅同位素组成的类型复杂, 除了含上地壳铅外, 还具有造山带、下地壳以及地幔型的铅。有关数据点的分布具有线性特征。据此

表 3 灯影组岩石与大梁子矿床矿石铅同位素组成对比表

Table 3. Lead isotope composition of rocks from Dengying Formation and that of ores from the Daliangzi ore district

| 序 号 | 样 号 | 岩矿类别 | 采样地点 | $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$ | $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$ | $\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$ | μ | ω | 铅同位素类型 | 资料来源 |
|-----|----------|--------|-------|---|---|---|---------|----------|--------|----------------|
| 1 | Dx-3 | 灯影组白云岩 | 大梁子 | 18.275 | 15.777 | 38.809 | 9.1042 | 39.3669 | N | 本文 |
| 2 | Dx-68 | | 会理白果湾 | 18.246 | 15.769 | 38.738 | 9.0925 | 39.1679 | N | |
| 3 | Bg-4 | | | 18.245 | 15.699 | 38.547 | 8.9629 | 37.6726 | N | |
| 4 | Bg-33 | | 甘洛赤普 | 18.235 | 15.719 | 38.632 | 9.0009 | 38.2865 | N | |
| 5 | Jp16-28 | | | 18.471 | 15.876 | 39.178 | 9.2667 | 40.6958 | I | |
| 6 | Jp16-34 | | | 18.439 | 15.857 | 39.096 | 9.2349 | 40.3588 | N | |
| 7 | Op27-17 | 方铅矿 | 大梁子矿床 | 18.120 | 15.561 | 38.207 | 8.7216 | 35.6717 | N | 西南冶金603队, 1981 |
| 8 | Op0-193 | | | 17.687 | 15.217 | 37.274 | 8.1321 | 31.1132 | I | |
| 9 | Op3-8286 | | | 18.035 | 15.462 | 37.760 | 8.5486 | 33.4085 | I | |
| 10 | Op7-9505 | | | 18.361 | 15.560 | 38.257 | 8.6975 | 34.4980 | I | |
| 11 | Op11N-60 | | | 18.007 | 15.444 | 37.747 | 8.5175 | 33.3389 | I | |
| 12 | Db 7-9 | | | 18.093 | 15.539 | 38.144 | 8.6827 | 35.3504 | I | |
| 13 | Db-3 | | 大梁子矿床 | 19.147 | 16.483 | 40.444 | 10.3222 | 48.0938 | I | 宋兴田等, 1985 |
| 14 | Db-5 | | | 23.072 | 19.187 | 48.927 | 16.1685 | 97.3772 | I | |
| 15 | T4-Gn | | | 18.486 | 15.772 | 38.831 | 9.0726 | 38.1150 | N | 王小春, 1988 |
| 16 | T38-Gn | | | 18.617 | 15.882 | 39.247 | 9.2613 | 40.1259 | I | |
| 17 | T15-Gn | | | 18.969 | 15.853 | 39.586 | 9.1806 | 39.0922 | I | |
| 18 | T11-Gn | | | 18.667 | 15.693 | 38.934 | 8.9145 | 36.9473 | I | |
| 19 | Dm-17 | | | 18.290 | 15.710 | 38.481 | 9.0340 | 37.5305 | N | 余跃新, 1988 |
| 20 | Do25 | | | 16.229 | 15.675 | 38.380 | 8.9202 | 36.8408 | N | |
| 21 | Do69 | | | 18.386 | 15.839 | 38.818 | 9.2072 | 39.3392 | N | |

注：铅同位素类型中，N 为正常铅，I 为异常铅
可以认为，矿石铅为不同类型铅的混合产物。

（3）成矿金属来源：上述有关会东地区不同含矿地段灯影组铅锌含量以及岩石、矿石铅同位素的对比研究的结果，均排除了灯影组作为主要矿源层的可能性。根据以下事实，笔者认为，大梁子矿床的成矿元素主要来源于褶皱基底岩石：①康滇地轴及其东缘地区的会理群等岩石富含U、Th等放射性元素，除了发现有数百个放射性异常点外（表4），在会理、会东等地的黑山组、力马河组等地层中还见有放射性矿化点产出。大梁子矿床矿石中所含高 μ 、 ω 值的放射成因铅应与基底这一地球化学背景特征有着内在的联系。基底岩石中如此发育的放射性物质，其衰变的结果不但可能为盖层中铅锌矿床的形成提供大量的铅，而且还能提供相当的热能。②矿区以南东川地区基底昆阳群的全岩铅同位素^[2]呈现高度分散的特征，含有上地壳、造山带、下地壳以及地幔等成因类型的铅（图7）。可见，本矿床矿石与这些岩石的铅同位素组成特征及类型具有很好的相似性和对应关系。③基底会理群的铅、锌丰度分别为 100×10^{-6} 和 200×10^{-6} ，丰度系数分别为6.67和3.30（据巩章禄等，1985）。在会理群天宝山组中，近年在会理小石房发现了海底火山喷气-沉积成因的大型层状重晶石-铅锌矿床。在德昌、米易等地发现有不少铅锌矿化点。这些事实，有力地说明了基底岩石具备了为后生铅锌成矿提供丰富矿质的物质基础。④灯影组厚达近千米，分布稳定，其白云岩层

表 4 康滇地轴中段基底放射性异常特征

Table 4. Radioactive anomalies within basement rocks in the middle part of the Kangdian axis

| 分 布 地 区 | 西 部 | 中 部 | 东 部 |
|----------|-------|---------|----------|
| | 米易、永仁 | 地轴“核部” | 会理、会东、宁南 |
| 基底地层 | 盐边群 | 大田组、会理群 | 会理群 |
| 铀异常数 | 1 | 31 | 156 |
| 钍异常数 | 13 | 69 | 69 |
| 铀、钍混合异常数 | 7 | 38 | 99 |

据刘正安(1984)资料综合

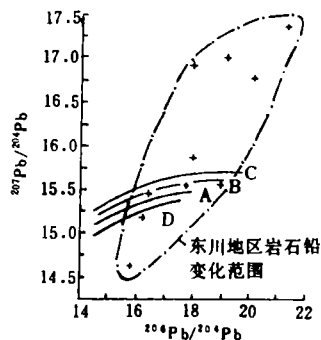


图 7 东川地区昆阳群岩石铅同位素组成特征
(据覃嘉铭等资料改编)
A—D同图 6

Fig. 7. Lead isotope composition of rocks from Kunyang Group.
A~D as for Fig. 6.

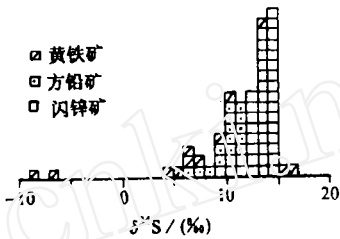


图 8 大梁子矿床硫同位素组成直方图
(据宋兴田等, 1983; 孔章禄等, 1985; 余跃新, 1988; 徐新煌等, 1989资料综合)

Fig. 8. Histogram showing sulfur isotope composition of the Daliangzi ore deposit.

既是热液铅锌矿床有利的赋矿围岩, 又直接与基底相毗邻, 从基底岩系中汲取矿质的成矿流体往上运移不远即可进入该组中, 而贯通盖层与基底的南北向甘洛-小江深大断裂及东西向张性构造破碎带对于深源矿液的上升运移可起良好的导矿通道作用。矿区“黑破带”与基底中断裂带的黑色碳化在空间上具有连续性, 说明了矿液运移及矿化作用可能是由下往上进行。

3.2 硫同位素组成特征与成矿硫源

矿石中黄铁矿的硫同位素组成变化相对较大, 其 $\delta^{34}\text{S}$ $-8.5\text{‰} \sim 16.37\text{‰}$, 而闪锌矿、方铅矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 变化较小, 介于 $6\text{‰} \sim 15\text{‰}$ 之间, 具有富集重硫的特征, 有关数据点的分布具有明显的塔式效应 (图 8)。个别黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 为负值, 可能与成岩有关。例如, 一件成岩黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 -6.5‰ (据王小春, 1988)。

SO_4^{2-} 可能是成矿溶液中硫质的主要存在形式, 闪锌矿包裹体溶液的化学成分分析结果 (表 2)。 SO_4^{2-} 的浓度高达 80×10^{-6} , 比 F^- 、 Cl^- 、 HCO_3^- 等阴离子的含量均高。会东地区见有次生石膏矿产出, 例如, 会东红岩上奥陶统大箐组与中志留统石门坎组的断裂接触带中产有脉状石膏矿点, 法窝寒武系与下二叠统的断裂接触带中也产出石膏矿。这些次生的石膏

矿一般被认为是含 SO_4^{2-} 的地下水沿断裂带渗滤交代碳酸盐岩形成的。可以想象,在铅锌成矿过程中,一些蒸发硫酸盐被地下水溶解迁移后,可成为被成矿所利用的硫源。根据这些特征,可以认为,本矿床的成矿硫质可能主要来自盖层的蒸发硫酸盐。

3.3 矿物包裹体及成矿流体性质

闪锌矿、方解石、重晶石等矿物流体包裹体的测试结果表明,包裹体形态主要呈椭圆形、菱形、多边形以及不规则状等。包体体积极小,一般小于 $8\mu\text{m}$ 。包体类型有液体包体(气/液 $<8\%$)、气体包体(气/液 $>50\%$)及含 CO_2 液体包体等。闪锌矿包体的均一温度相对较高($200\sim 230^\circ\text{C}$),其它脉石矿物的均一温度较低($140\sim 180^\circ\text{C}$),说明成矿温度条件为中—低温。

矿物流体包裹体成分的分析结果(表2)表明,成矿溶液的盐类组属 $\text{K}^+-\text{Na}^+-\text{Ca}^{2+}-\text{Cl}^--\text{SO}_4^{2-}$ 型,组成较复杂,与密西西比谷型铅锌矿的成矿流体成分迥然不同。后者的金属阳离子中 Na^+ 的含量高达 99.75% ,而其它阳离子的含量甚微(据 E. Roedder, 1972)。成矿溶液中 Pb 、 Zn 等成矿金属组分的浓度也较大。在气相组分中,含有一定量的 CO 、 H_2 等还原性气体及 CH_4 等有机气体, Eh 值为 410.4 mV , pH 值为 6。在 $150\sim 250^\circ\text{C}$ 的温度范围内, pH 值介于 $5.6\sim 5.82$ 之间为中性,因此,本矿床闪锌矿沉淀于弱碱性还原条件。

矿石中闪锌矿(1件)包裹体水的同位素组成为: $\delta^{18}\text{O}$ 3.31% , δD -40% 。石英(1件)包裹体水的 $\delta^{18}\text{O}$ 为 -4.67% , δD -75% (据王小春, 1988)。可见,包体水 δD 以较大的负值为特征。在氢、氧同位素组成图解上,有关数据点位于变质水及岩浆水的范围之外,且偏离现代雨水线,而与世界上一些油田卤水、地热水的同位素组成相似。据此推断,该矿床的成矿介质可能为循环的大气降水与地层水的混合流体。

3.4 矿床成因

综上所述,可得出以下结论:大梁子铅锌矿为循环的大气降水及地层水溶滤会理群等浅变质岩系中的铅锌组分与盖层中的蒸发硫酸盐经混合作用形成的后生中—低温热液矿床。成矿作用可能发生于晚二叠世玄武岩喷发之后。甘洛—小江断裂带和东西向张性断裂破碎带可能对成矿起了重要的导矿通道与配矿—容矿构造的作用。

在大梁子矿山工作期间,有关领导和同志们给予了热情的支持。本文承蒙杨应选研究员和郑明华教授的指导以及张立生副研究员的帮助,在此一并表示谢意。

参 考 文 献

- 1 陈智梁等.扬子地块西缘地质构造演化.重庆:重庆出版社,1988.
- 2 李复汉等.康滇地区的前震旦系.重庆:重庆出版社,1988.
- 3 Matti Vaasjoki, Brian L. Gulson.以碳酸盐岩为容矿岩石的贱金属矿床:它们的成因和勘探有关的铅同位素资料.经济地质,1986, 81:97~111
- 4 Zartman R E, Doe B R. Plumbotectonics—the model. Tectonophysics, 1981, 75:135~162

SOME NEW OPINIONS ON THE GENESIS OF THE DALIANGZI LEAD-ZINC DEPOSIT, HUIDONG COUNTY, SICHUAN PROVINCE

Lin Fangcheng

(*Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences,*
Chengdu 6100059)

Key words: lead-zinc deposit, ore-control condition, geochemical characteristic, genesis of the ore deposit, Daliangzi of Sichuan

Abstract

Through research work on the Daliangzi ore deposit, lots of geologists have put forward such genetic viewpoints as sedimentary-reformation, sedimentary-reconstruction and karst cave accumulation, with ore-forming metals being generally considered to be derived from Dengying Formation. Based on investigations on ore-control factors, geochemical characteristics and genesis of the ore deposit, the present paper points out that the basement rocks and structure played an important role in mineralization, considering that the "black fractural zone", which is closely related to the orebodies and has ore-prospecting significance, resulted from reformation and strong carbonization of the faulted structural shatter zone controlled by basement fractures through the action of ore-forming fluids rich in organic carbon rather than from karst deposition. The formation of the ore deposit might be attributed to the meteoric water which leached metals from such basement sequences as Huili Group and Kunyang Group and sulfates from the sedimentary capping bed. The Ganluo-Xiaojiang deep fracture and the EW-trending Jinsuoqiao fracture might have served as important channelways for the migration of ore fluids, and the ore-forming process took place probably later than Permian.