

文章编号:1007-3701(2007)03-0056-07

云南金顶铅锌矿矿床控矿作用及矿化富集规律

张 峰¹, 唐菊兴^{1,2}, 丁 枫¹

(1. 成都理工大学, 成都 610059; 2. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037;)

摘要:云南金顶铅锌矿床是我国超大型的铅锌矿床, 了解该矿床的控矿作用, 分析矿化富集规律, 建立起该矿床的成因模式, 对今后在该地区寻找类似矿床具有重要意义。综合研究和分析认为, 该矿床的控矿作用与兰坪盆地的演化、线性构造、屏蔽作用以及岩相、穹窿等构造控矿因素是分不开的, 矿床的矿化富集与上述控矿作用密切相关。

关键词:铅锌矿; 超大型; 控矿作用; 线性构造; 岩相; 穹窿; 金顶; 云南

中图分类号: P618.42, P618.43

文献标识码: A

1 区域地质背景

金顶矿区位于云南三江褶皱系南段的兰坪中新生代盆地^[1-5]中。三江地区包括了怒江、澜沧江和金沙江 - 哀牢山 3 条板块缝合线, 从总体上看, 是由南部冈瓦纳超级大陆与北部劳亚超级大陆之间诸多地体或陆块破碎、裂离, 又相互拼接镶嵌的一个复杂地区, 在大地构造上属于环特提斯构造域的一个重要组成部分, 处于阿尔卑斯 - 喜马拉雅巨型构造带东段弧形转弯处, 濒临特提斯构造域与太平洋构造域的交接部位。兰坪盆地正是处在澜沧江与金沙江 - 哀牢山缝合线之间的一个微板块, 即昌都 - 思茅微板块(图 1), 而三江地区地质构造的形成与发展经历了原特提斯(Pt₃ - Pz₁)、古老特提斯(D - T₃)和中特提斯(T₃ - E₁)洋的 3 次打开和闭合, 印支和燕山 - 喜马拉雅的两次强烈碰撞造山作用及盆山(或洋陆)和壳幔两种转换的复杂演化过程, 造成了地球各圈层物质的大循环、大混杂、大汇聚, 为三江地区形成得天独厚的成矿

背景创造了条件。特别是喜马拉雅期印度板块与欧亚板块的会聚和碰撞作用, 在本区形成了一系列的大推覆、逆冲、走滑构造和区域变质, 使深源与浅成的热气液流体沿断裂系统对流, 这是一次重大的热事件, 它对区内金属与成矿物质的迁移和富集影响很大。金顶超大型 Pb, Zn 矿床正是在这样的区域地质背景下形成的^[7-9]。

2 金顶铅锌矿矿床成因类型

金顶铅 Pb, Zn 床在成因上有别于其它地区以沉积岩为主岩的 MVT, SEDEX 型及砂岩型(SST) Pb, Zn 矿床。与 MVT 型 Pb, Zn 矿床相比, 金顶 Pb, Zn 矿床容矿盆地小, 构造环境复杂^[10], 以陆相碎屑岩为主岩, 明显区别于以海相碳酸盐岩为主岩的 MVT 矿床。尽管金顶 Pb, Zn 矿床以碎屑岩沉积为主岩, 但其成矿背景、矿体产状以及 $\omega\text{Pb}/\omega\text{Zn}$ 比值都与 SST Pb, Zn 矿床不同^[11]。

金顶铅锌 Pb, Zn 矿床无论是矿体产状、微细粒组构还是 $\omega\text{Pb}/\omega\text{Zn}$ 都与 SEDEX 型铅锌矿床比较相似^[11], 多数学者将金顶铅锌矿床的成因归为“热水喷流沉积型”(湖底喷溢)矿床^[12-14]。

收稿日期: 2007-04-18

项目基金: 973 项目“兰坪与昌都盆地形成演化动力学及对比研究”。

作者简介: 张 峰(1981—), 男, 硕士研究生, 岩石、矿床学专业, 主攻方向为成矿规律与 GIS 预测。

3 控矿作用与矿化富集规律

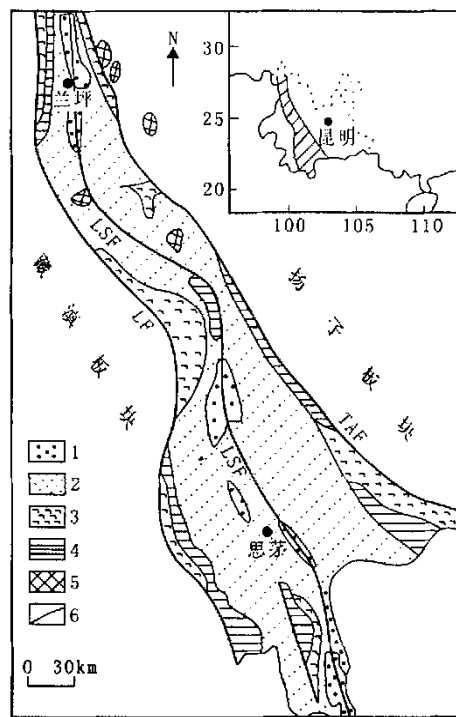


图1 兰坪中新代盆地地质与构造略图^[6]

Fig. 1 Geological sketch and tectonic map of Lanping Mesozoic Cenozoic Basin

1. 第三系; 2. 侏罗系 - 白垩系; 3. 三叠系; 4. 古生界; 5. 喜马拉雅碱性岩; 6. 断裂; JAF - 金沙江 - 哀牢山断裂; LF - 澜沧江断裂; LSF - 兰坪 - 思茅断裂(据尹汉辉等)

3.1 兰坪盆地演化与金顶铅锌矿富集

侏罗纪至古新世, 由于古特提斯的演化, 兰坪盆地发展为陆内拉张盆地。盆地依次缩小, 最后发展为东(乔后), 西(云龙)两个三级盆地, 中间为一隆起区的坳 - 垒体系。金顶矿床即产于受泌江断裂控制的三级云龙测向地坳盆地的东部。随着盆地中部的持续下降, 构成高山深盆沉积环境, 为深源热水汇聚的理想场所。封闭的内陆盆地在干旱的古气候环境下浓缩, 形成厚层的硬石膏和含盐红色建造, 既为盆地周边的金属活化提供了条件, 又为金顶矿床硫化物的形成提供了大量硫源。泌江断裂的长期活动及不断深切, 为深源的热水喷溢提供了通道。

3.2 线性构造对矿化富集的影响

金顶矿床位于SN向泌江断裂和NE向隐伏断裂的交汇部位。SN向泌江断裂基本上控制了三级

盆地的东部, 古新世红色蒸发岩系多分布于泌江断裂西侧; 唯在金顶例外, 由金顶向来龙红色蒸发岩系越过泌江断裂(大麦地 - 老君山断裂)在古新世时期亦有所活动。沿此断裂带出现了一个甚为壮观的地球化学场, 长达100 km, 宽7~14 km, 由Pb - Zn - Ag - Cd, Hg - Sb - As - Cu; W - Sn - Bi - Mo; Cr - Ni - Co - Ti等多种元素组合异常, 几乎囊括了所有的铜元素、钨钼族元素及幔型铁族元素, 即由浅源 - 中深源 - 深源元素均在此断裂带上清晰地展现出来。

形成较早而长期活动的大麦地 - 老君山断裂带受喜马拉雅早期运动的影响, 成为一个释放出热和金属的地带, 由NE至SW, 相继出现有Sr - Zn - Pb, Pb - Cu, Pb, Zn - Pb - S - Sr(金顶)、Pb, Ag - Cu - Pb等7个矿床(点), 并伴有多个热泉及一个火成岩体出露(图2)。这个与三级云龙盆地分布一致的地带, 现代温泉的活动和其泉华中含较高的Pb, Zn, 则可视作释放热和金属的尾声。

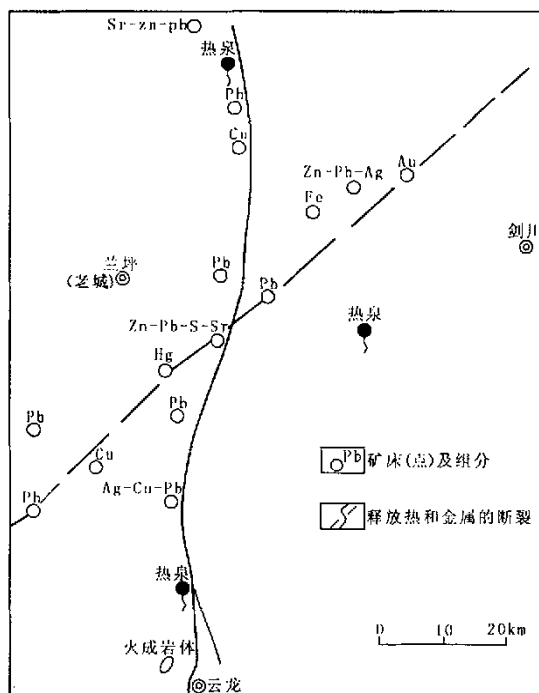


图2 泌江断裂和隐伏北东向断裂成矿控制图^[15]

Fig. 2 The metallogenic controlling by Bijiang Fracture and Northeast blind Fracture

上述两地带的交汇部位, 具有高地热梯度特征, 为区域上最高热点, 由此释放出大量的热和金

属,形成组分复杂的特大型金顶 Pb,Zn 矿床。如用爆裂测温结果加以比较,金顶矿床金属硫化物形成温度为 $210^{\circ}\sim 360^{\circ}\text{C}$,菜子地为 $180^{\circ}\sim 280^{\circ}\text{C}$ 、白洋厂为 $204^{\circ}\sim 230^{\circ}\text{C}$ 、南佐 $90^{\circ}\sim 185^{\circ}\text{C}$ 、北衙和黄矿厂为 $200^{\circ}\sim 280^{\circ}\text{C}$,可见金顶矿床成矿温度的上限较外围矿床偏高 $80^{\circ}\sim 180^{\circ}\text{C}$ 。

此外,由图 2 还可看出,这两个断裂带在控矿过程中的制约作用,即在交汇地带矿化作用最强;沿断裂向外矿化作用有逐渐减弱的趋势。如大麦地-老君山断裂带在剑川北方基本上未出现矿床点;其南西端水井 Pb 矿点,其矿化作用亦表现较弱,为沿裂隙充填的含 Pb 石英脉,规模甚小。又如 SN 向泌江断裂北端的河西 Sr-Zn-Pb 矿床矿化亦较弱;南端未见矿床点出现,而代之以一个热泉及一火成岩体。很明显,交汇地带为压力的最大降低带,自然成为深部含矿溶液向上运移的主要通道。

3.3 屏蔽作用对矿化富集的影响

金顶矿床含矿层之上,为外来推滑体所覆盖,其底部中侏罗统花开左组(J_2h)红层,几乎平覆整个矿区,渗透系数为 $0.00106\sim 0.00696\text{ m/d}$;至跑马坪矿段(J_2h)逐渐尖灭,上覆云龙组上段(Ey^{2-3})及果郎组下段(Eg^1)红层,其渗透系数仅为 0.00116 m/d 。

它们均属良好隔水层,无论在热水喷溢成矿阶段,还是在以后穹窿产生褶皱时的成岩期后的成矿阶段,均起到了极为重要的屏蔽作用,以阻止细菌和有机质还原硫酸盐质碎屑岩,形成一个酸气田,促成了溶液中 Fe,Pb,Zn 等络合物的分解,并以硫化物的形式沉淀。这是一级隔挡层的作用,它对整个金顶矿床的形成起到了决定性作用。

在北厂东部 P17-P23 线部位,云龙组 C 段(Ey^c)和 b 段(Ey^b)之间,发育一长 800 m ,宽 $200\sim 400\text{ m}$,厚 $20\sim 40\text{ m}$ 的上三叠世大岩块,由泥质灰岩和灰质泥岩组成,含 *Chlamys* 等化石。由于泥质岩块的屏蔽作用,在 Ey^b 上部形成富厚矿体, (Pb+Zn) 品位达 $21.91\sim 27.03\%$,矿体厚达 $10\sim 30\text{ m}$ (图 3)。这是二级隔挡层的作用,它对矿区局部地段的成矿富集起控制作用^[16]。事实上,这也是矿区早期民采的主要目标,其中的巢状、脉状硫化物矿石的 Pb 品位可达 $30\sim 50\%$ 。三级隔挡层规模更小,仅十余米至数十米。如南厂矿体露头上出现的泥质岩块(图 4),由泥灰岩夹泥岩组成,其下产出 Pb,Zn 富矿石;由于泥灰岩的屏蔽作用又次于泥岩,再产生局部矿化,使矿体在泥岩之下形成一岩盘状分枝。

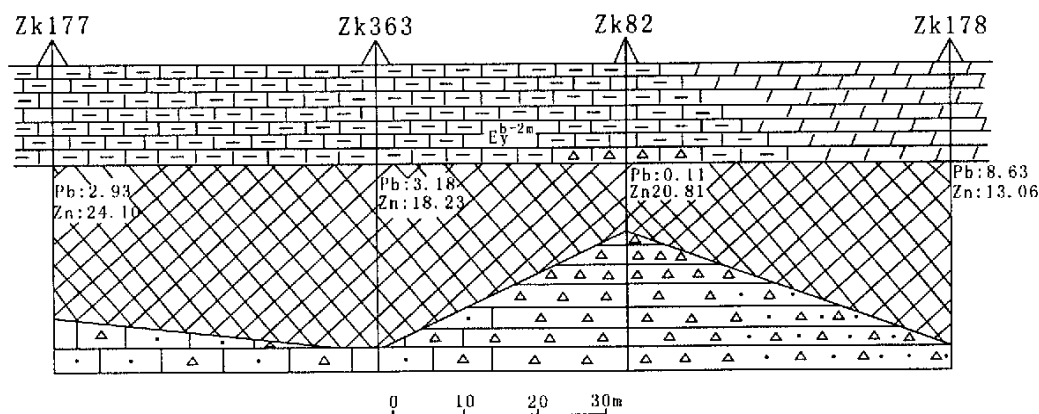


图 3 北厂 P22 线灰质泥岩及泥灰岩岩块盖层下的铅锌富厚矿体^①

Fig. 3 The abundant deep of lead-zinc orebody in below the blanket of the grey matter mudstone and marlite in Beichang P22 line

① 云南省地质局第三地质大队,云南兰坪金顶铅锌矿床成因模式,1990。

3.4 岩相对矿化富集的影响

云龙组C段(Ey^c)中河口砂坝相岩性组成以浅灰色钙质胶结石英砂岩为主,岩性稳定,分选好,孔隙度发育,且又直接位于中侏罗统花开左组(J₂h)隔挡层之下,有于向上扩散的金属物质集中,因而全层矿化,形成矿区内唯一的层状矿体(I₁)为砂岩型矿石,具中等品位。仅此一矿体即占有矿区Pb,Zn金属储量的40%。

扇顶槽洪带与滑塌角砾岩带相互过渡,相互迭置,大岩块伴随着泥石流和冲积粗碎屑物,孔隙度较河砂坝沉积更为发育,但连通性较差。在大岩块集中的地段矿化较弱,仅形成结构复杂的巢状及透镜状矿体。而在以冲积成因为主的角砾岩、砂质角砾岩分布地段矿化强烈,则形成层状矿体、筒状矿

体,为角砾岩型矿石,品位较富,单矿体铅锌金属储量可达百万吨级。总计产于上述微相的角砾岩型矿石Pb,Zn金属量占总量的37%。

扇中漫洪带岩性组成以含角砾石英砂岩及钙质胶结石英砂岩为主,分选作用较河口砂坝相差,孔隙度发育亦较差,矿化作用相对减弱,多为透镜状中小型矿体,仅个别为似层状矿体,铅锌金属量达百万吨级。为砂岩型矿石,品位较贫。产于扇中带的砂岩型矿石Pb,Zn储量只占矿区总量的15%。

扇缘过渡带由湖相红层铁泥质胶结碎屑岩与漫洪带灰色粉砂岩、页岩交互重迭,相互过渡,透水性差,矿化强度骤减,几乎不含矿。

3.5 穹窿构造对矿化富集的影响

金顶穹窿构造等高线图展现出如下特征:

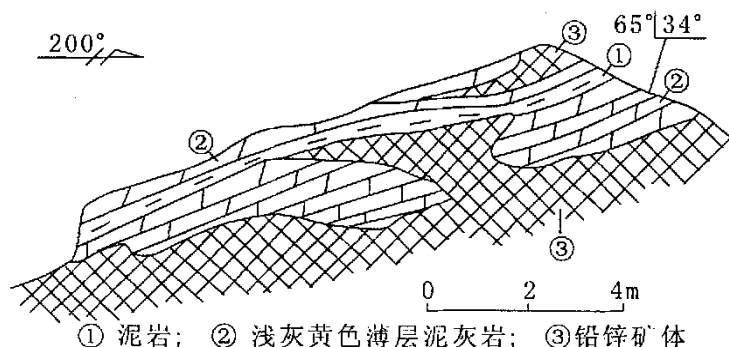


图4 南厂矿体露头素描图①

Fig.4 Sketch of Nanchang orebody

1. 泥岩; 2. 浅灰黄色薄层泥灰岩(1,2 均为 Ey 中的岩块); 3. 铅锌矿体

(1)穹窿顶部平缓,翼部产状变陡,由西坡 - 北厂 - 跑马坪,沿 NE 向穹窿轴部为一产状平缓分布区。

(2)东翼(架崖山矿段)平缓而西翼(峰子山矿段)变陡;北翼稍陡而南翼平缓。

(3)上覆外来系地层三合洞组灰岩底板 F₁ 在 P13 线附近呈大幅转折,而下伏原地系统地层总体走向较稳定,为 N72°E,由此不协调褶皱而引起在其中部形成一引张虚脱带,成为矿化富集有利部位。

(4)产生层间滑动和断层(如 F₂)。

上述构造特征表明,该穹窿可能形成于热水喷溢 - 成岩成矿阶段以后,它对矿床的进一步富集起重要控制作用。事实上,在较长时期内的可能是连续成矿的过程中,随着泌江断裂的不断活动,矿区受其影响而开始产生褶皱形成穹窿和断裂。矿物受应力作用较为明显,如黄铁矿的碎裂和眼球条带构造;闪锌矿的变形双晶;块状闪锌矿受力破碎后为胶状闪锌矿及天青石胶结;受力破碎后的黄铁矿,有方铅矿、闪锌矿沿其裂隙充填;分布于剪切裂隙中的闪锌矿脉常被分布在张裂隙中的方铅矿脉所切断,而两种脉体均迭加在浸染状矿石中。另

①云南省地矿局第三地质大队,云南兰坪金顶铅锌矿床成因模式,1990。

外,在西坡矿段露天采场见主要矿体[扇中带(Ey^{b-2})]为脉状矿,充填于 SN 向小断层破碎带及其派生两组共轭节理裂隙中。这些均说明成矿过程中曾有多次构造叠加成矿作用。

从矿区勘探剖面中可观察到,剖面上部(靠近穹窿顶部)矿体产状平缓而富厚,向下(穹窿翼部)矿体随产状变陡而变薄、变贫,进而尖灭。据吴淦国等(1989)对矿化强度(品位 $\times$ 厚度)圈出等值线并进行 1~5 次趋势面分析,其部分结果如图 5。从图中可以看出,总的趋势显示出穹窿顶部矿化作用最强,呈 NE 向沿穹窿轴部向跑马坪延伸;沿翼部向

下矿化趋势逐渐减弱,与勘探剖面所见一致。从其变化趋势可推测,穹窿顶部原应有更富厚的矿体,现大部已被剥蚀。

穹窿翼部矿化强度亦随产状陡缓变化而变化(见图 6)。矿体夹持在两条断层间的之间,矿体厚度随产状由缓 $\rightarrow$ 陡 $\rightarrow$ 缓的变化,而产生了厚 $\rightarrow$ 薄 $\rightarrow$ 厚的变化,显示穹窿褶皱过程中,在侧压力的作用下,随翼部地层产生滑动,平缓地段即为引张地带,因而矿体变得富厚;陡倾地段即为挤压地段,因而矿体变薄、变贫,这与随逆断层产状变化对矿化强弱所起影响作用原理完全相同。

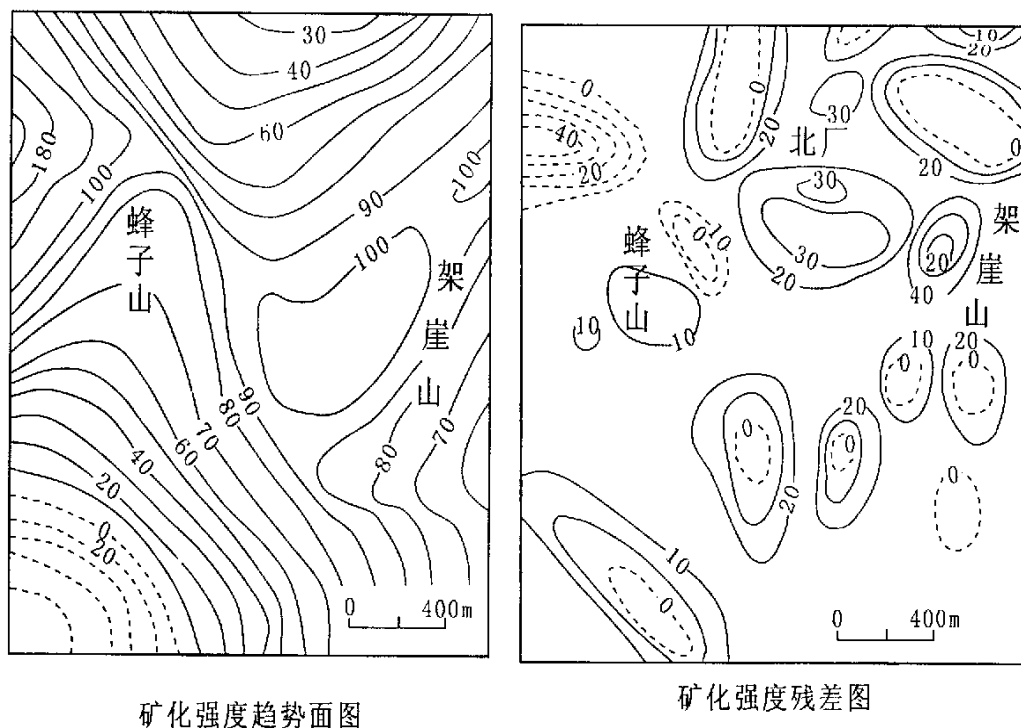


图 5 金顶矿区矿化强度趋势面图^[17]
Fig. 5 Mineralization intensity trend of Jinding ore area

4 结论

控矿作用影响矿化富集,云南金顶铅锌矿床控矿作用对矿化富集影响更为明显:

(1) 兰坪盆地的演化为金顶铅锌矿床的形成提供了良好的地质条件,也为金顶铅锌矿床金属活化、迁移提供了条件,同时亦为金顶铅锌矿床硫化物的形成提供了大量硫源。

(2) 云南金顶铅锌矿床位于 SN 向泌江断裂和 NE 向隐伏断裂的交汇部位,成矿受两大断裂的控制,在两条断裂的交汇地带矿化作用最强;沿断裂向外侧矿化作用有逐渐减弱的趋势。

(3) 云南金顶铅锌矿矿层上为外来推滑体所覆盖,其底部中侏罗统花开左组(J_2h)红层是良好的隔水层,其覆盖了整个矿区。该红层在热水喷溢成矿阶段和成矿期后的成矿阶段均起到了极为重要

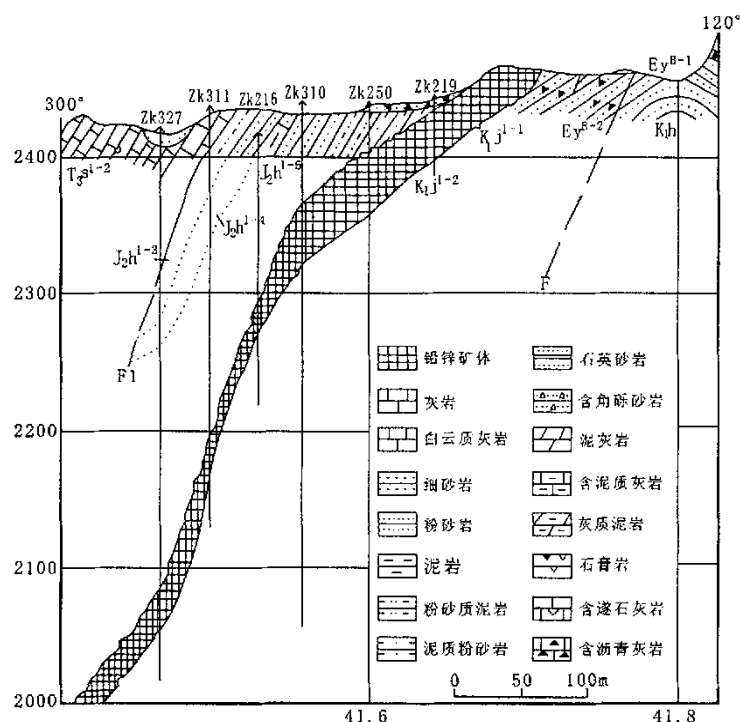


图6 金顶铅锌矿蜂子山矿段P45勘探线剖面图①

Fig. 6 The P45 prospecting line profile map of Fengzishan ore block in Jinding lead-zinc deposit

的屏蔽作用,阻止细菌和有机质还原硫酸盐质碎屑岩形成一个酸气田,促成了溶液中Fe、Pb、Zn等络合物的分解,并以硫化物的形式沉淀下来。

(4)以冲积成因为主的角砾岩、砂质角砾岩为角砾岩型矿石,品位较富;浅灰色钙质胶结石英砂岩岩性稳定,分选好,孔隙度发育,为砂岩型矿石,且又直接位于中侏罗统花开左组(J_2h)隔挡层之下,利于向上扩散的金属物质集中,品位中等;含角砾石英砂岩及钙质胶结石英砂岩为主,为砂岩型矿石,品位较贫,湖相红层铁泥质胶结碎屑岩与漫洪带灰色粉砂岩、页岩交互重迭,相互过渡,透水性差,矿化强度骤减,几乎不含矿。

(5)云南金顶的穹窿控矿使矿体厚度产生了厚→薄→厚的变化,具体表现为:穹窿褶皱过程中,在侧压力的作用下,随翼部地层产生滑动,平缓地段即为引张地带,因而矿体变得富厚;陡倾地段即为

挤压地段,因而矿体变薄、变贫。

参考文献

- [1] 薛春纪,陈毓川,杨建民,等. 滇西兰坪盆地构造体制和成矿背景分析[J]. 矿床地质, 2002, 21(1): 36—44.
- [2] 陶晓风,朱利东,刘登忠,等. 滇西兰坪盆地的形成及演化[J]. 成都理工学院学报, 2002, 29(5): 521—525.
- [3] 牟传龙,王 剑,余 谦,等. 兰坪中生代沉积盆地演化[J]. 矿物岩石, 1999, 19(3): 30—36.
- [4] 尹汉辉,范蔚若,林 炯. 云南兰坪—思茅地洼盆地演化的深部因素及幔壳复合成矿作用[J]. 大地构造与成矿学, 4(2): 113—124.
- [5] 朱创业,夏文杰,尹海生,等. 兰坪—思茅中生代盆地性质及构造演化[J]. 成都理工学院学报, 24(4): 23—30.
- [6] 曾 荣,薛春纪,刘淑文,等. 金顶超大型铅锌矿床成矿条件分析[J]. 地球科学与环境学报, 2005, 27(2): 21—25.
- [7] 牟传龙,余 谦. 金顶铅锌矿床相关地质问题及成因探讨[J]. 矿物岩石, 2004, 24(1): 48—51.
- [8] 付修根,庞艳春. 金顶铅锌矿床地质特征及成因探讨

①云南省地矿局第三地质大队,云南兰坪金顶铅锌矿床成因模式,1990.

- [J]. 世界地质, 2004, 23(3): 238—244.
- [9] 付修根, 林 丽, 朱利东, 等. 金顶铅锌矿床含矿层沉积环境及成矿条件分析[J]. 成都理工大学学报, 2005, 32(5): 447—452.
- [10] 吴淦国, 吴习东. 云南金顶铅锌矿床构造演化及矿化富集规律[J]. 地球科学, 1989, 14(5): 477—486.
- [11] 王国芝, 胡瑞忠, 王成善, 等. 云南金顶超大型铅锌矿床的成矿地质背景[J]. 矿物学报, 2001, 21(4): 571—577.
- [12] 王京彬, 李朝阳, 陈晓钟. 金顶铅锌矿成因新说[J]. 有色金属矿产与勘探, 1992, 1(4): 200—206, 256.
- [13] 王江海, 颜 文. 陆相热水沉积作用—以云南地区为例[M]. 北京: 地质出版社, 1998: 1.
- [14] 杨友华, 赵 淮. 试论金顶超大型铅锌矿床的成矿条件[J]. 云南地质, 1991, 10(2): 230—240.
- [15] 陈式房, 刘仪来, 包育秀, 等. 德钦—下关铅锌矿带矿床类型、成矿规律研究[J]. 云南地质, 1991, 10(2): 119—144.
- [16] 何龙清, 陈开旭, 余凤鸣, 等. 云南兰坪盆地推覆构造及其控矿作用[J]. 地质与勘探, 2004, 40(4): 7—12.
- [17] 吴淦国. 云南金顶铅锌矿床构造演化及矿化富集规律初探[J]. 中国地质大学学报, 1989, 14(5).

The Ore – Controlling and Regularity of Mineralization and Enrichment of Jinding Lead – Zinc Deposit Yunnan, China

ZHANG Feng¹, TANG Ju – xing^{1,2}, DING Feng¹

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100037; China)

Abstract: Jinding lead – zinc deposit of Yunnan is giant lead – zinc deposit in our country, finding out the ore – controlling and analyzing the regularity of mineralization and enrichment of deposits in this deposit will have great guide significance to analyzing the genesis of Jinding lead – zinc deposit, also could establish model of reservoir formation which have great significance in finding similarity deposits in the future. This text considers that the ore – controlling of this deposit is relation to evolvment, lineament, screening, lithofacies, dome and other ore – controlling factor. Regularity of mineralization and enrichment of this deposit is also related with the ore – controlling above.

Key words: Yunnan; Jinding; lead – zinc deposit; giant; The ore – controlling; lineament; screening; lithofacies; dome;