

鲁甸乐马厂银矿床地质特征与成矿作用初探*

周云满

(云南地勘局第一地质大队, 曲靖市)

提 要: 乐马厂银矿为地矿部“八五”重点普查项目, 普查找矿取得了突破性进展, 矿床达大型规模。该矿床类型独特, 为国内、外少见的独立银矿床, 因此对矿床地质特征和矿床赋存规律进行了较深入研究, 取得了新的认识。文章在乐马厂银矿床地质背景基础上, 着重研究了该矿床的地质特征及成矿地质作用, 并论述了其产于叠瓦状逆冲-推覆断裂破碎蚀变带中的独立银矿床, 其矿化作用过程经历了古构造-沉积(矿源层形成)和构造-热液(充填交代富集)两个阶段, 构造活动控制了银矿化作用和银矿体的最终定位。这对在滇东北地区寻找此类银、铅锌矿床具有指导意义。

关键词: 银矿床地质 成矿作用 乐马厂 鲁甸

乐马厂银矿床位于云南省东北部昭通地区鲁甸县城 250°方向, 平距 23 km, 东经 103°20'54"~103°32'57", 北纬 27°04'19"~27°06'59"。矿区呈北东 35°方向展布, 与构造线一致。矿区长 5.26 km, 宽 1.27 km, 面积 6.70 km²。经普查探明其为大型独立富银矿床, 银平均品位 209.79×10⁻⁶。

1 矿区地质背景

矿区位于扬子地台西缘滇东台褶带的滇东北台褶束内; 小江断裂之东的次级北东向乐马厂断裂带中部^[1]。滇东北区域内构造格架表现为北东向的向斜宽缓, 背斜狭窄的隔挡式褶皱。矿区处于龙头山背斜核部, 东邻小寨向斜, 西连大佛山向斜。乐马厂银矿床产于龙头山背斜该部的逆冲-推覆断裂带中, 构造对成矿有利。

矿区为昭通—六盘水银、铅锌成矿带西部巧家—彝良成矿亚带的乐马厂银矿田内。该区古生代为大陆裂谷发展的晚期(主沉积阶段), 沉积环境有利于银、铅、锌的聚积, 地层中这三种元素丰度值较高。铅平均含量 40×10⁻⁶, 锌平均含量 150×10⁻⁶, 银平均含量 5×10⁻⁶^①, 普遍高于地壳中的平均丰度值(铅为 12.5×10⁻⁶, 锌为 70×10⁻⁶, 银为 0.07×10⁻⁶, 据泰勒 1964 年^[2])。

上述有利的构造环境和区域成矿背景, 为乐马厂银矿床的形成创造了得天独厚的优越条件。

* 本文为地矿部重点普查项目“云南鲁甸乐马厂银矿普查”资助的部分成果

第一作者简介: 周云满, 男, 1965年生, 高级工程师, 从事地质矿产勘查及研究工作。邮政编码: 655000
1998-04-08 收稿, 1998-09-08 修改回

① 云南省地矿局第一地质大队, 1989, 1: 5 万荞麦地、龙头山幅区域地质调查报告(化探部分), 云南地矿局测绘队出版

2 矿床地质特征

2.1 地层和构造

出露地层有上震旦统灯影组 (Z_3dn) 白云岩, 寒武系 () 砂、泥岩和白云岩, 下、中奥陶统石英砂岩夹白云岩 (O_{1+2}), 中泥盆统 (D_2) 曲靖组的白云岩, 下二叠统铝土岩和灰岩。其间缺失了志留系、上奥陶统、上、下泥盆统和石炭系地层的沉积。出露地层总厚度 1500 m。

构造为北东 30° 方向展布的叠瓦状逆冲-推覆构造, 主要断裂 F_1 、 F_6 和 F_5 互相切割叠置组成叠瓦状 (图 1、2)。推覆断层下盘为中泥盆统一下二叠统, 总体为一背斜 (龙头山背斜), 次级褶曲发育 (大虎山向斜和手把崖背斜)。上盘地层自北东向南西依次为寒武系、中下奥陶统、中泥盆统和下二叠统, 推覆体内褶曲发育 (老君山向斜、利台向斜和罗卜地背斜)。

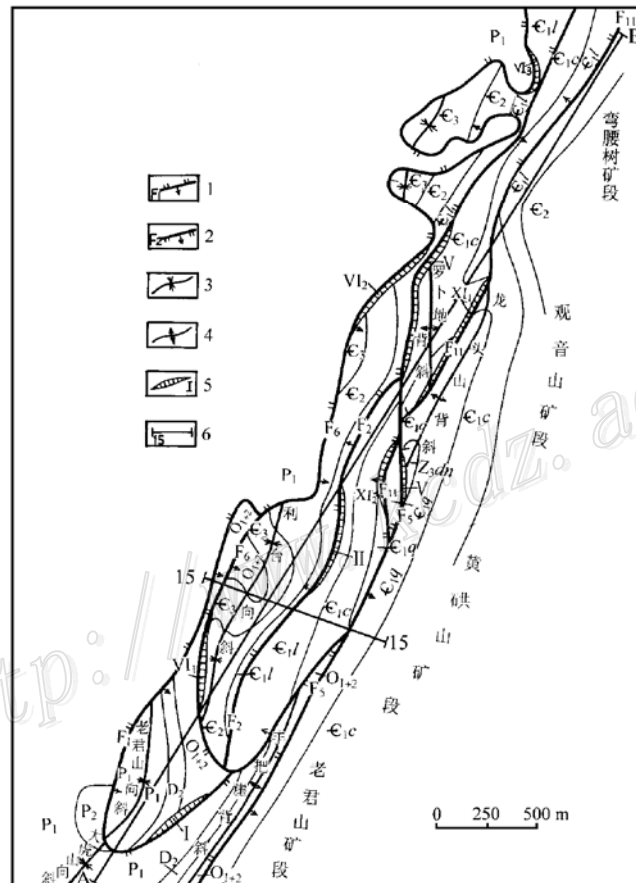


图 1 乐马厂银矿地质图

1—逆断层及编号; 2—正断层及编号; 3—向斜轴; 4—背斜轴; 5—矿体露头及编号; 6—剖面线及编号

Fig. 1. Geological map of the Lemachang silver deposit.

1—Reversed fault and serial number; 2—Normal fault and serial number; 3—Synclinal axis; 4—Anticlinal axis;

5—Orebody outcrop and serial number; 6—Section line and serial number.

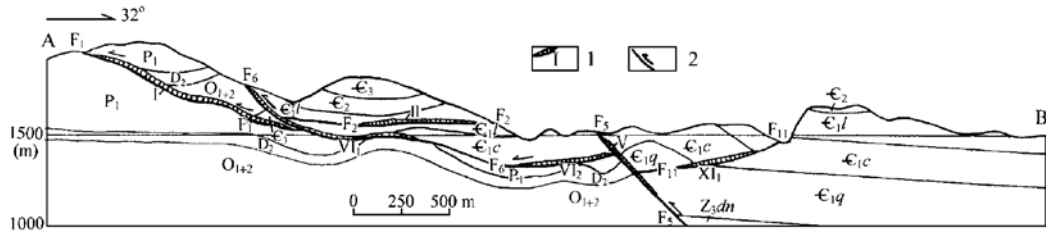


图 2 乐马厂银矿 A-B 线剖面图

1—矿体及编号；2—逆断层及编号。其它图例同图 1

Fig. 2. Geological section along A-B line of the Lemachang silver deposit.

1—Orebody and serial number; 2—Reversed fault and serial number. Other symbols as for Fig. 1.

(1) F_1 断层：分布于矿区南部，长 1800 m，宽 100~500 m，上盘地层为中下奥陶统、中泥统、下二叠统，组成近南北向的老君山向斜，下盘地层为下二叠统，组成大虎山向斜。断层产状：西侧为 $80^\circ\sim 120^\circ\angle 40^\circ\sim 70^\circ$ ，东侧为 $270^\circ\sim 320^\circ\angle 20^\circ\sim 30^\circ$ ，轴部产状 $30^\circ\sim 45^\circ\angle 20^\circ\sim 30^\circ$ ，构成呈北东 35° 方向倾斜的半船形。断层破碎带宽 0.20~40 m，一般 20 m 左右，在产状由陡变缓的地段厚度最大。破碎带岩石具分带现象，顶底为断层泥或糜棱岩，下部为角砾岩，中上部为碎裂岩，构造岩成分主要为白云岩和灰岩。

(2) F_6 断层：分布于矿区中、北部，延伸长 4500 m，宽 100~800 m，上盘为寒武系碎屑岩和白云岩，下盘为中泥盆统—下二叠统灰岩、白云岩，断层产状与 F_1 类似，破碎带宽 5~40 m，破碎岩成分有砂泥岩、白云岩和灰岩。 F_1 和 F_6 断层产状均表现为西陡东缓，倾向相反的半船形。

(3) F_5 断层：纵贯矿区南北，长 5260 m，产状 $80^\circ\sim 90^\circ\angle 60^\circ\sim 80^\circ$ ，为高角度逆冲断层，西侧切割 F_6 断层。在 F_5 、 F_6 上盘分别发育早期次级西倾正断层 F_2 和 F_{11} 。推覆断层断距大于 1000 m。

主要含矿断裂为 F_1 、 F_6 两条，次要含矿断层为 F_5 、 F_2 和 F_{11} 。

2.2 矿床特征

(1) 矿体特征：矿体产于逆冲-推覆断层碎裂岩带中，矿体分布、产状均受断层控制。通常，在断层通过碳酸盐岩地层 (P_1 和 D_2)、产状由陡变缓的转折部位时，矿体厚度大，品位高 (图 3)。矿床内已发现银矿体 8 条，主要矿体 I 和 VI_1 、 VI_2 、 VI_3 产于 F_1 和 F_6 断层碎裂岩带内，次要矿体 II、V 和 XI_1 、 XI_2 分别产于 F_2 、 F_5 和 F_{11} 断层带内。矿体为隐状—半隐伏状，产状与断层一致。矿体群 (I、VI、II、V、XI) 在平面上呈左列式排列。矿体长 720~1460 m，宽 50~450 m。剖面形态呈透镜状，平面上呈北东 20° 方向展布的长透镜状，与断层总体走向一致；矿体空间形态呈扁透镜体状。矿体规模以 I、 VI_1 较大，长 1200~1460 m，宽 100~450 m，占矿床储量的 68%。矿体厚度 0.26~24.43 m，平均 4.70 m，I 矿体平均厚 8.78 m，其余矿体厚 1.36~2.68 m。银品位 $50\times 10^{-6}\sim 625.7\times 10^{-6}$ 平均 209.79×10^{-6} ，其中以 XI_2 矿体最富，银品位达 523.75×10^{-6} ，其余矿体在 $90.78\times 10^{-6}\sim 218.06\times 10^{-6}$ 之间。II、XI 矿体产于早期 F_2 、 F_{11} 西倾正断层中，呈透镜状产出，规模较小，但局部银品位较高。

(2) 矿石特征：矿石工业类型有碳酸盐岩型和碎屑岩型，矿石自然类型有氧化矿、混合

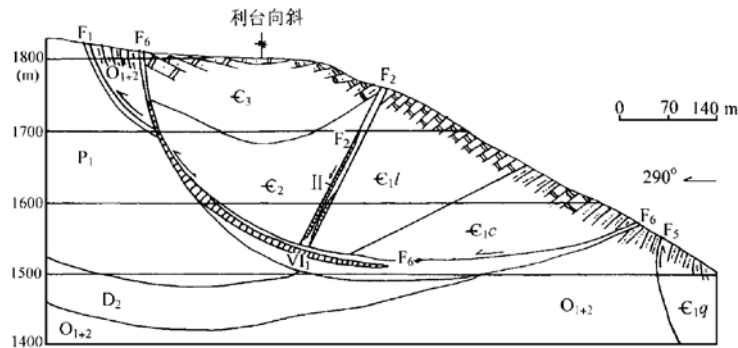


图3 乐马厂银矿15勘探线剖面图

图例同图1

Fig. 3. Geological section along No. 15 exploration line of the Lemachang silver deposit.

矿和硫化矿，浅部以氧化矿为主。矿石结构以粒状为主，次有凝胶状、交代溶蚀和充填结构等；矿石构造以花斑网脉状为主，次有块状、星点状和斑状构造，按岩石特征还有角砾状和碎裂状构造。矿石金属矿物含量占2%，以铅锌矿物为主，占金属矿物总量的77%，次有辉银矿、硫铜银矿、辉铜银矿、斑铜矿、银黝铜矿、黝铜矿、自然银、角银矿、软锰矿、黄铁矿、褐铁矿等；脉石矿物主要有白云石、方解石、石英等。各种矿物特征见表1。矿石有益组分为银，次为铜、铅、锌（平均含量0.2%左右）；有害组分 $As < 0.05\%$ ， $Hg < 4.5 \times 10^{-6}$ 。造渣组分：碳酸盐岩矿石（I、V、VI₃矿体），以CaO、MgO为主，含量30%~60%， Fe_2O_3 、MnO含量5%~20%， SiO_2 、 $Al_2O_3 < 5\%$ ；碎屑岩型矿石（VI₁、VI₂、II、XI矿体）以 SiO_2 为主，占28%~78.66%，其余组分含量8%~10%。

（3）银赋存状态：银以独立银矿物为主，次为类质同象形式存在。

独立银矿物有自然银及银硫化物：辉银矿、硫铜银矿、辉铜银矿、角银矿等。其中硫化物银所占比例最高，其次为自然银和其它银。独立银矿物中的含银量占总含量的80%以上。

银矿物呈微粒—细粒状赋存于金属矿物和脉石矿物之中，粒径0.001~0.1mm。在矿石中银矿物有以下几种产出形式：①银矿物呈他形粒状嵌布在脉石矿物晶粒之间；②银矿物呈骸晶状、细脉状充填于脉石矿物和其它金属矿物的次生裂隙中；③一种银矿物被另一种银矿物或金属矿物所交代、包含；④银矿物呈混杂状、胶体团粒或胶体环带状分布于脉石矿物中的铁锰质混合物内。

银呈类质同象赋存于黝铜矿中，银代替了黝铜矿中的部分铜离子，以不完全类质同象的形式出现，形成银含量不等（0.50%~1.21%）的含银黝铜矿。

（4）围岩蚀变：矿床围岩蚀变主要有铁-锰化、铁锰碳酸盐化、硅化、铜矿化、铅锌矿化和黄铁矿化。

铁-锰化：铁锰质混合物呈团块状、条带状、细脉状分布于成矿围岩中，铁-锰化较广泛，主要分布在碳酸盐岩围岩中，与银矿化关系密切。

铁锰碳酸盐化（白云石和方解石化）：在碳酸盐岩碎裂带中常见，蚀变体呈脉状、囊状、透镜状等形态出现，该类型的蚀变体含银量普遍较高，一般含银 $158.6 \times 10^{-6} \sim 1016 \times 10^{-6}$ ，蚀变强度与含银量呈正相关。

表 1 乐马厂银矿床矿物组成

Table 1. Mineral composition of the Lemachang silver deposit

矿物种类	矿物名称	结晶形态	矿物自然嵌布粒度/mm			矿物百分含量/%	
			一般粒径	最小粒径	最大粒径		
银矿物	自然银	他形粒状、圆粒状	0.001~0.003		0.0045	0.16	
	辉银矿	他形粒状、显微圆粒状	0.025~0.05	0.001~0.005	0.084~0.18		
	硫铜银矿	他形粒状	0.01~0.1	0.001~0.009	0.15		
	含银黝铜矿	他形粒状	0.05~0.1	0.01~0.05	0.3~0.5		
	辉铜银矿	他形粒状	0.02~0.05	0.001~0.005	0.15		
	辉锑银矿	他形粒状	0.01~0.2	0.01~0.05	0.1~0.5		
	硫锑铜银矿	他形粒状	0.02~0.05	0.001~0.005	0.15		
	角银矿	他形粒状		0.002	0.004		
铅矿物	方铅矿	自形—他形粒状集合体	0.12~0.33	0.05~0.1	3	0.82	1.46
	铅钒	他形粒状集合体、方铅矿假象	0.01~0.2	0.01~0.05	0.1~0.5	0.15	
	白铅矿	自形板状、假六方双锥、他形粒状	0.1~0.3	0.02~0.05	0.5	0.49	
锌矿物	闪锌矿	半自形—他形粒状集合体	0.05~0.18	0.01	1.0	0.12	0.22
	菱锌矿	他形粒状	0.05~0.1			0.10	
铜矿物	黄铜矿	他形粒状	0.01~0.05	0.05	0.008	0.06	0.34
	黝铜矿	他形粒状	0.05~0.1	0.01~0.08	0.20~0.5	0.11	
	斑铜矿	他形粒状	0.05			0.05	
	自然铜	不规则片状	0.05~0.1		0.27~0.3		
	孔雀石	纤维状集合体	0.05~0.1			0.04	
	铜蓝	显微粒状、片状、粉末状、薄膜状	0.01~0.05	0.005	0.1	0.08	
铁矿物	黄铁矿	五角十二面体、半自形—他形粒状	0.05~0.1	0.02	0.5	0.26	3.88
	褐铁矿(假象褐铁矿)	胶状(五角十二面体)	0.5~0.1	0.02	0.5	3.62	
锰矿物	铁-锰质混合物	胶状、胶状环带、浸染状				3.13	3.13
脉石矿物	浅色白云石	自形—他形粒状、菱面体	0.1~0.25	0.015	0.5	31.89	90.20
	黄褐色白云石	自形—他形粒状、菱面体	0.1~0.25	0.015	0.5	43.17	
	棕褐色白云石	自形—他形粒状、菱面体	0.1~0.25	0.015	0.5	8.26	
	浅色方解石	他形粒状	0.08~0.26	0.05~0.1	1~1.5	6.88	
	石英	六方双锥				0.61	0.61
	玉髓	显微隐晶质					
	碳质	浸染状					

注：据云南地矿局第一地质大队，1995，云南省鲁甸县乐马厂银矿普查地质报告，笔者统计的样品化验成果资料

硅化：主要发育碎屑岩型矿体围岩中，与银矿化有一定关系，局部硅化白云岩中，银含量高达 1980×10^{-6} 。

铜矿化：孔雀石、黄铜矿、黝铜矿、硫铜银矿呈浸染状、斑块状、细脉状出现，与银矿化关系最密切，并与银品位呈正相关，全区广泛分布。

铅锌矿化：方铅矿、闪锌矿、白铅矿、菱锌矿呈斑块状、细脉状分布于碳酸盐岩型矿石围岩中，尤其是顶板为中泥盆统时较普遍。方铅矿化与银矿化关系较密切。

推覆断层破碎带中蚀变具有分带性。平面上，以矿体中部为轴沿走向对称分布，中部蚀变最强，向两侧逐渐变弱。垂向上，矿体中上部蚀变最强，银矿化好，顶、下部蚀变减弱，矿化变弱。蚀变分带与银含量分带一致，蚀变强的地带为银品位较高的地段，蚀变分布范围较矿体分布范围稍大，局部地段一致。蚀变宽度在碳酸盐岩分布区大，可达数十米，在碎屑岩

分布区相对窄,在几米之内。

3 成矿作用初探

3.1 古构造与成矿作用

乐马厂矿区一带,从晚震旦世至三叠纪均表现为北东 35° 方向展布的古隆起或水下隆起,是一个长期发展的古背斜构造^①,这一古构造格局,控制了本区岩相古地理的发展演化,使区内沉积了滨海—局限台地的细碎屑岩和碳酸盐岩地层,其中寒武系和中泥盆统这两套地层Ag丰度值高达 20×10^{-6} ,其次是下二叠统和上震旦统灯影组Ag丰度值为 $1 \times 10^{-6} \sim 20 \times 10^{-6}$ ^②。银丰度值相对高的区域与古背斜分布范围基本一致,银丰度值最高的地段为古背斜的中心部位,亦即乐马厂银矿区的范围。

本矿床的矿石铅同位素组成(笔者采样,贵阳地化所分析)^②: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为20.512~21.006, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为15.861~15.986, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为39.441~40.527,为J型铅^[3],表明铅主要来自地壳岩石中。因此,可以认为区内地层为本矿床的形成提供了物质来源。

3.2 构造-热液与成矿作用

(1) 断裂活动形成的地下热水聚积了丰富的成矿物质。上述地层中的Ag丰度值较高,以及矿石铅同位素组成特征表明,区内碳酸盐地层为本矿床形成的矿源层。由于区域性大断裂的强裂活动,产生高温高压的汽液,这些汽液与地下循环水流混合形成地下热液,热液在运移过程中活化了地壳岩石中的Ag、Cu、Pb、Zn等元素,进入热液中并不断聚集形成矿液。

(2) 区域性逆冲推覆断层是矿液的通道,破碎岩带是储矿的场所。矿区的 F_5 逆冲断层是矿液运移的通道,其旁侧的叠瓦状逆冲推覆断层(F_1 、 F_6)破碎带,尤其是产状由陡变缓的转折部位是储矿的最佳场所,银矿化最强。

矿液在断层碎裂岩带中充填交代成矿。矿液进入到断层产状由陡变缓的“凹兜”地段,这里应力梯度值变化最大,碎裂岩厚度也最大,在这样的空间,矿液承受的压力减小,温度降低,并且矿液经过远距离运移和汲取Ag、Cu等金属元素之后,此时矿液浓度已相当大,在这样一个特定的物理化学条件空间,矿液中的矿质即沉淀,沿裂隙充填交代,交代作用在孔隙度最大的碎裂岩带进行得最充分,故在碎裂岩带形成厚大富银矿体,上、下或边部的角砾岩、碎裂状围岩中形成贫矿或矿化岩石。

银矿化作用的形式有3种:①沿不规则的角砾、胶结物的裂隙间和剪节理分布,形成不连续、不规则的细网脉状,因此微细裂隙愈发育,银矿化愈强;②在胶结物中的铁锰质包裹体中产出;③在强烈铁锰碳酸盐岩蚀变的褐—深褐色带或铜矿化、方铅矿化的浅色蚀变带中产出。

3.3 银矿化作用的主要阶段

根据金属矿物和脉石矿物的嵌布关系,矿化作用的主要阶段为金属硫化物阶段和银硫化物阶段。

① 滇黔桂石油局,1980,川黔滇地区古构造、古地理研究资料,内部资料

② 云南地矿局第一地质大队,1995,云南省鲁甸县乐马厂银矿普查地质报告,笔者统计的样品化验成果资料

(1) 金属矿物常呈自形一半自形或他形粒状镶嵌充填于脉石矿物(白云石、方解石等)粒间或裂隙中,并常见方铅矿、闪锌矿等包含交代白云石的现象,说明脉石矿物的形成先于金属矿物。

(2) 银矿物普遍溶蚀、交代非含银矿物和部分含银金属矿物(如银黝铜矿等)。电子探针照片(照片略)中可见辉银矿、硫铜银矿、辉铜银矿等银矿物沿方铅矿、闪锌矿、黝铜矿和含银黝铜矿等矿物边缘进行交代溶蚀,说明银矿物的形成较之非含银矿物和贫银矿物晚。

(3) 方铅矿、闪锌矿、黝铜矿和含银黝铜矿之间相互连生的关系,说明是同一成矿阶段的产物。

从上述矿物的嵌布和交代关系,大致可将矿床的矿化作用分为两个阶段,第一阶段为金属硫化物(方铅矿、闪锌矿、黝铜矿等)形成阶段,第二阶段为银硫化物(辉银矿、硫铜银矿、辉铜银矿、银黝铜矿等)形成阶段。

矿床的形成总的经历了矿源层形成阶段—构造热液(金属硫化矿物和银硫化物)阶段—表生氧化阶段。其中构造热液阶段是最重要的成矿期。

3.4 断裂多期次活动与成矿作用的关系

(1) 构造活动反复叠加,形成厚大富矿。主断裂活动期是矿化建设期,矿化作用的复合叠加,使银矿化进一步加强,矿质更加富集。如I矿体,垂向上可见:下部角砾岩带中,仅发育1~2组剪节理,分布稀疏,矿化弱;中上部碎裂岩带中发育了3~4组剪切理及张裂隙,分布密集,相互穿插切割,矿化强,银品位高,说明中上部碎裂岩起码遭受二次以上碎裂作用,碎裂程度高,矿化作用强。下部为最后一次活动形成的角砾岩,碎裂程度低,矿化作用弱。这也是厚大富矿位于中上部的原因。

(2) 后期滑覆构造对矿体起破坏作用。矿区 F_5 、 F_6 断层地表特征显示有滑覆构造性质,主要表现在较宽的断裂带中发育张性角砾岩,角砾成分更为复杂,有断层上、下盘岩性成分,亦有银矿石角砾,大小混杂,呈棱角状。反映了先压—逆冲(成矿),后张—正掉的应力作用过程。滑覆体大致顺原先的冲断面下滑,对已形成的矿体或矿化体起到破坏作用;滑覆作用强烈的地段,破坏作用愈大,几乎把矿体全部破碎成角砾,零散分布,如矿区北部 VI_2 、 VI_3 矿体;滑覆作用弱的地段破坏作用表现很微弱或不明显,保留部分或全部矿体,如 VI_1 矿体;南部 F_1 断层滑覆作用不明显,I矿体保存完好。

4 结 论

乐马厂银矿床的形成,是以叠瓦状逆冲-推覆断层为导矿和储矿构造,以断裂活动产生的热液和循环水混合形成的热液,聚积和汲取了矿源层中的矿质形成矿液,运移到破碎带中,在低温低压有利的空间部位沉淀、充填交代,经过构造和银矿化作用的多次反复叠加,形成了构造蚀变破碎岩热液型独立银矿床。但晚期的滑覆构造对矿体起到一定的破坏作用,造成矿体在空间上的断续分布和贫化。

参 考 文 献

- 1 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志. 北京:地质出版社,1990.

- 2 泰勒. 简明地球化学手册. 中国科学院贵阳地球化学研究所《简明地球化学手册》编译组译. 北京: 科学出版社, 1977, 60~64.
- 3 皮尔斯 A P. 探查密西西比流域铅锌矿的铅同位素标志. 见: 稳定同位素地质译文集. 地质科学院地质矿产所, 北京大学地质地理系译. 北京: 地质出版社, 1974, 185~200.

A PRELIMINARY DISCUSSION ON GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND ORE-FORMING PROCESS OF THE LEMACHANG SILVER DEPOSIT IN LUDIAN COUNTY, YUNNAN PROVINCE

Zhou Yunman

(No. 1 Geological Party, Yunnan Bureau of Geology and Exploration, Qujing 655000)

Key words: geology and silver deposit, ore-forming process, Lemachang, Ludian County in Yunnan Province

Abstract

The study of the Lemachang silver deposit was a major reconnaissance project for 8th "Five Year Plan" assigned by Ministry of Geology and Mineral Resources. The reconnaissance and ore-prospecting made remarkable breakthrough, and the ore deposit was proved to be of large size. Based on years of field practice, the authors found that the ore deposit is an independent silver deposit rarely seen both in China and abroad, thus belonging to a unique type. Through a thorough study of the geological characteristics and the mode of occurrence of the ore deposit, the author has also acquired some new understanding. According to the geological setting of the Lemachang silver deposit, this paper deals emphatically with geological characteristics and ore-forming geological activity of the ore deposit, and points out that the Lemachang deposit is an independent silver deposit in a shatter-alteration zone of imbricated thrusting-napping faults, with its mineralization experiencing the paleostructure-sedimentation (the formation of the source bed) stage and the structural-hydrothermal (filling-metasomatic enrichment) stage, and the structural activity controlling the silver mineralization and the eventual location of the silver orebody. All these opinions are of important indicating significance in the prospecting of silver and lead-zinc deposits in northeastern Yunnan.