

文章编号: 0258-7106 (2001) 03-0271-08

乐马厂银矿逆冲推覆构造特征及控矿作用*

周云满

(云南省地调院第一地调所, 曲靖 655000; 中国地质大学研究生院, 武汉 430074)

提 要 乐马厂大型独立银矿床的总体构造格架为逆冲推覆构造体系。文章在分析区域地质构造背景和矿区地质构造特征的基础上,着重研究了该矿床叠瓦式逆冲推覆构造的地质构造特征及其控矿作用,论述了矿区逆冲推覆构造为燕山晚期形成的褶皱式逆冲推覆构造类型,其推覆运动形式为自 NE 向 SW 的右旋剪切运动,扩展方式为后展式;逆冲推覆构造为本区银矿床的形成创造了一个独特的极为有利的成矿构造环境,并控制了银矿体的形成、定位和空间分布规律,强调了以逆冲推覆断裂系统控矿为主,推覆体系统和掩复体系统次之的控矿规律。

关键词 逆冲推覆构造 控矿作用 银矿床 乐马厂 云南

中图分类号: P618.52; P613

文献标识码: A

1 区域地质背景

乐马厂银矿处于扬子准地台西南缘滇东台褶带滇东北台褶束内的乐马厂断裂带中部(图 1)。滇东北台褶束位于南北向小江断裂之东,其西为昆明台褶束。带内构造表现为一系列北东向的褶皱和断裂。褶皱为以向斜宽缓、背斜紧密为特征的隔挡式褶皱,断裂表现为高角度的逆冲断层(云南省地质矿产局,1990)。区内有药山、阿鲁块、小寨、迤车、小米洛等向斜,谓姑、乐马厂、火德红、翻身村、待补等背斜,但多被逆冲断层所破坏。断裂主要有莲峰、乐马厂、翻身村、待补等逆冲断裂,发育于背斜核部,断裂间距 27~40 km,大致呈等距排列;断裂倾向南东,倾角 60~70°,断裂破碎带宽数米至数十米,东盘逆冲上升,局部反映出多次逆冲推覆性质,地层断距 > 1 km。这些断裂均不同程度地伴随着强烈的碳酸盐化蚀变和 Ag、Cu、Pb、Zn 矿化,沿断裂带有多个大中型 Pb、Zn、Ag 矿床产出。

区内是扬子准地台盖层发育最全的地区之一,其中褶皱基底元古宇昆阳群零星出露于谓姑背斜核部和东川附近,震旦系—第三系在区内普遍都有存在,但各地发育和保留程度不同。昆阳群为前震旦系基底,晋宁运动使地台基底普遍发生褶皱隆起,澄

江运动导致震旦系上统部分地层缺失;震旦纪之后的古生代及中生代时期,由于加里东、华力西及印支运动的影响,造成不同时代的地层间断以及地层的超覆现象;中生代晚期的燕山运动使区内发生隆升形成部分地层沉积间断,白垩纪末期与第三纪早期之间的晚燕山运动,使全区发生褶皱变形,其后又受早期喜马拉雅运动(中始新世与晚始新世)的影响,进一步褶皱隆起,奠定了本区前述的地质构造景观。新第三纪时期,沿断裂活动带形成较大的断陷盆地(云南地勘局,1997)。

2 矿区地质特征

乐马厂矿区出露地层有上震旦统灯影组(Z_2dn)白云岩,寒武系(ϵ)砂泥岩夹白云岩,下奥陶统红石崖组(O_1h)和下巧家组(O_1q)泥岩、石英砂岩,中奥陶统上巧家组(O_2q)砂泥岩夹灰岩,中泥盆统曲靖组(D_2q)白云岩,下二叠统梁山组(P_1l)、栖霞组(P_1q)、茅口组(P_1m)灰岩以及上二叠统眉山组($P_2\beta$)玄武岩,地层总厚 1 500 m。其间缺失了中上奥陶统、志留系、泥盆系大部及石炭系(云南地勘局一大队,1995)。

矿区构造与区域构造相吻合,主要以 NNE 向构造为主。褶皱构造以乐马厂破背斜为主,断裂以叠

* 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

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。现为中国地质大学在读硕士。

收稿日期 2000-09-08; 改回日期 2000-12-27。李 岩编辑。

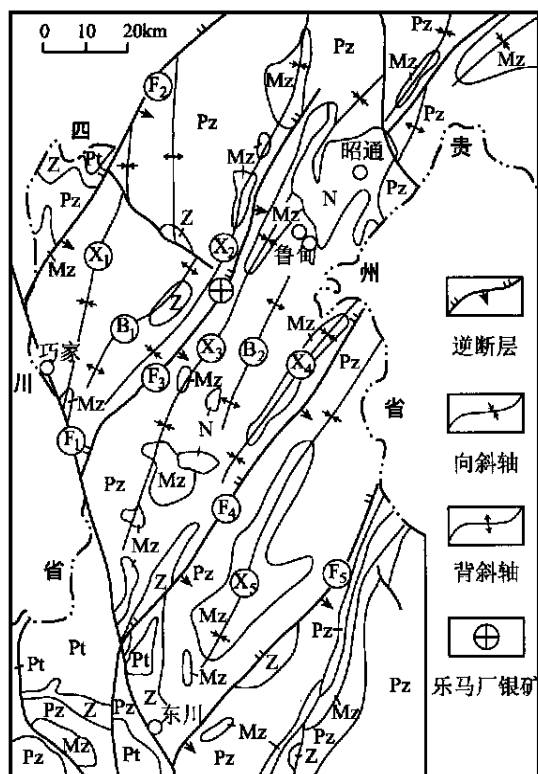


图1 滇东北区域地质构造简图

(据 1/100 万云南省地质图缩编)

N—上第三系; Mz—中生界; Pz—古生界; Z—震旦系; Pt—元古宇;
F₁—小江断裂; F₂—连峰断裂; F₃—乐马厂断裂; F₄—翻身村断裂;
F₅—待补断裂; X₁—药山向斜; X₂—阿鲁块向斜; X₃—小寨向斜;
X₄—迤车向斜; X₅—小米洛向斜; B₁—谓姑背斜; B₂—火德红背斜

Fig. 1 Diagrammatic geologic-tectonic map of northeast Yunnan (simplified from 1:1000000 Geological Map of Yunnan Province)

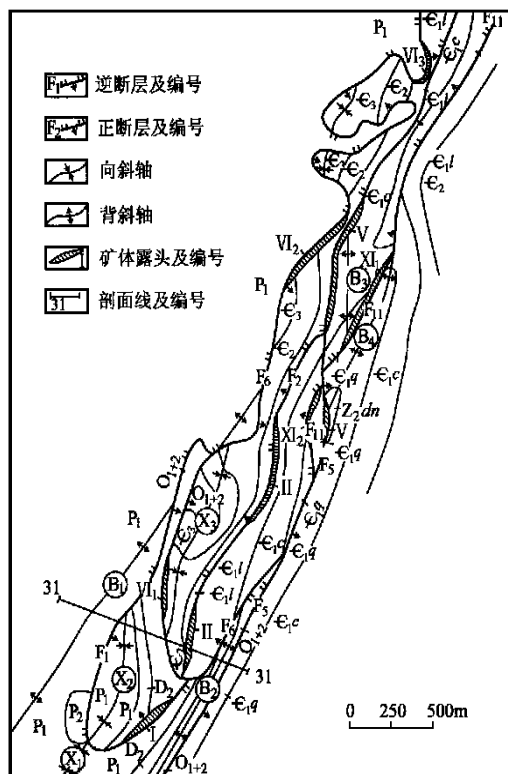


图2 乐马厂银矿地质图

(据乐马厂银矿普查地质报告地质图缩编)

P₂—上二叠统; P₁—下二叠统; D₂—中泥盆统; O₁₊₂—下中奥陶统;
E₃—上寒武统; E₂—中寒武统; E_{1l}—下寒武统龙王庙组; E_{1c}—
下寒武统沧浪铺组; E_{1q}—下寒武统筇竹寺组; Z_{2dn}—上震旦统
灯影组; B₁—砂子厂背斜; B₂—火把崖背斜; B₃—罗卜地背斜; B₄—
龙头山背斜; X₁—大虎山向斜; X₂—老君山向斜; X₃—利台向斜

Fig. 2 Geological map of Lemachang silver deposit (simplified from the Geological Map in the Geological Reconnaissance Report of the Lemachang Silver Deposit)

瓦状逆冲-推覆断层为主,构成了矿区逆冲推覆构造的总体格架(图2)。

3 逆冲推覆构造特征

3.1 逆冲推覆构造的基本特征

矿区逆冲推覆构造总体呈 NE35° 方向展布,延伸规模大于 5.5 km,宽 750~1 000 m,平均 850 m,分布面积大于 5 km²。推覆构造的前锋带、中带及根带自 SW 向 NE 有规律地分布。推覆构造由推覆体、推覆断裂及其下的掩复体三大系统构成。

推覆体地层从 Z_{2dn} 至 P₁ 均有分布,自前锋带—中带—根带分布的地层依次为 P_{1q}—O₁₊₂、O₁—

E₁—Z_{2dn},即地层出露从锋带至根带有从新到老的分布规律;推覆体内发育与推覆构造走向大体一致的褶皱和断层。逆冲推覆断裂主要有 F₁、F₆、F₅ 三条, F₁ 为前锋断裂, F₆ 为中带次级逆冲断裂, F₅ 为根带区域性逆冲断裂。掩复体的地层主要为 P_{1q} + P_{1m}、P_{1l}、D_{2q},其次有 P_{2β}、O_{2q}、O_{1q} 等;推覆构造总体沿 P_{1l} 及附近地层发育而成;掩复体内以褶皱为主,其褶皱轴向与推覆构造走向基本一致;掩复体地层仅出露于西侧和西南部。详见图 2。

3.2 推覆体的地质构造特征

(1) 推覆体的地层组成:矿区内出露的地层在推覆体内均有分布。前锋带分布的地层有 P_{1l} + P_{1q} 的铝土岩及灰岩、D_{2q} 的白云岩、O₁₊₂ 的石英砂

岩及灰岩;中带分布的地层主要为寒武系的砂泥岩和白云岩;根带主要为 $Z_2 dn - \epsilon_1 q$ 的硅质白云岩和砂泥岩。

(2) 推覆体的构造特征:推覆体的构造以褶皱为主,其次为断层。前锋带内主要有老君山向斜,向斜轴呈近南北向延伸,长 750 m,南北两端均为前锋断裂 F_1 所限;核部地层为 $P_1 q$,东翼为 $D_2 q$ 、 $O_2 q$ 、 $O_1 q$,西翼被 F_1 错失;产状:西翼 $80 \sim 110^\circ \angle 30 \sim 40^\circ$,东翼 $280 \sim 330^\circ \angle 20 \sim 30^\circ$,为西陡东缓之不对称向斜。

中带内发育利台向斜以及 F_2 、 F_9 断层。利台向斜的向斜轴呈 $NE20^\circ$ 方向展布,长 1 250 m,南北两端被 F_6 所限;核部地层为 $O_1 h$ 、 $\epsilon_3 e$,东翼为 ϵ_{1+2} ,西翼被 F_6 错断;东翼地层产状 $270 \sim 320^\circ \angle 18 \sim 25^\circ$,西翼 $90 \sim 120^\circ \angle 30 \sim 40^\circ$,西翼尚发育次级背斜。总体为西陡东缓的不对称向斜。该向斜轴向北延伸被剥蚀仅剩东翼地层,在北部癞子山一带复现。 F_2 正断层沿北东 30° 方向延伸,长 1 700 m,产状 $295^\circ \angle 50 \sim 70^\circ$,断层发育于 $\epsilon_1 l$ 白云岩内,破碎带宽 5.6 ~ 13.22 m,由角砾岩、碎裂岩组成,具银矿化,II 号矿体产于其中。 F_9 为次级逆断层,规模较小。

根带内发育罗卜地和龙头山背斜以及 F_{11} 正断层。罗卜地背斜,其轴呈南北向展布,长 550 m,南北两端分别被 F_{11} 和 F_5 所截,核部地层为 $\epsilon_1 l$,两翼为 $\epsilon_1 c$,西翼产状 $250 \sim 280^\circ \angle 40 \sim 60^\circ$,东翼 $110^\circ \angle 40^\circ$,两翼均有次级褶曲发育。龙头山倒转背斜,其轴呈 $NE20^\circ$ 方向展布,长 1 250 m,南被 F_5 所截,核部地层为 $Z_2 dn$,两翼为 $\epsilon_1 q + \epsilon_1 c$,东翼产状倒

转,为 $260 \sim 290^\circ \angle 80 \sim 90^\circ$,西翼 $250 \sim 290^\circ \angle 60 \sim 70^\circ$ 。 F_{11} 正断层,呈 $NNE10 \sim 20^\circ$ 方向展布,长度大于 2 750 m,产状 $295^\circ \angle 50 \sim 80^\circ$,被 F_5 切错;断层发育于 ϵ_1 地层中,断层破碎带宽 15 ~ 25 m,角砾岩发育,具银矿化,XI 号矿体产于其中,地层断距 50 ~ 80 m。在 F_5 与 F_{11} 断层间,地层被强烈挤压褶皱变形,具板岩化,劈理发育。

3.3 推覆构造的断裂系统

推覆构造的发育过程中,形成了由 F_1 、 F_6 、 F_5 等 3 条逆冲推覆断裂带组成的推覆断裂系统。 F_5 、 F_6 、 F_1 断裂依次切割叠置组成了叠瓦式逆冲推覆断层(周云满,1999)。推覆断裂带是具有复杂断层岩性组合、厚度变化大、产状有规律变化的断裂体系。发育于前锋、中带和根带的断裂,由于所处部位不同,所受应力状态、上覆和下伏地层岩性的差异,其变形、破碎蚀变矿化程度均有所不同,地质构造特征各具特色。

(1) 前锋断层带(F_1)的地质构造特征:前锋断层发育于矿区西南部,平面上呈向 $NE35^\circ$ 方向撒开,向西南弧形封闭的长舌状,长 1 800 m,宽 100 ~ 500 m。产状:西侧 $80 \sim 120^\circ \angle 40^\circ \sim 70^\circ$,东侧 $270 \sim 320^\circ \angle 20 \sim 30^\circ$,轴部 $30 \sim 45^\circ \angle 20 \sim 30^\circ$,总体构成向 $NE35^\circ$ 方向倾斜,西陡东缓的半边船形(图 3)。破碎带宽 0.2 ~ 40 m,一般 20 m 左右,以产状由陡变缓之转折地段(轴部)为最宽,向两侧逐渐变窄。破碎带岩石具分带现象,顶、底为断层泥或糜棱岩,具定向构造,厚 0.2 ~ 0.5 m,下部为灰岩之角砾岩,厚 2 ~ 10 m,中上部为白云岩之碎裂岩、碎粒岩,厚 5 ~ 15 m。自下

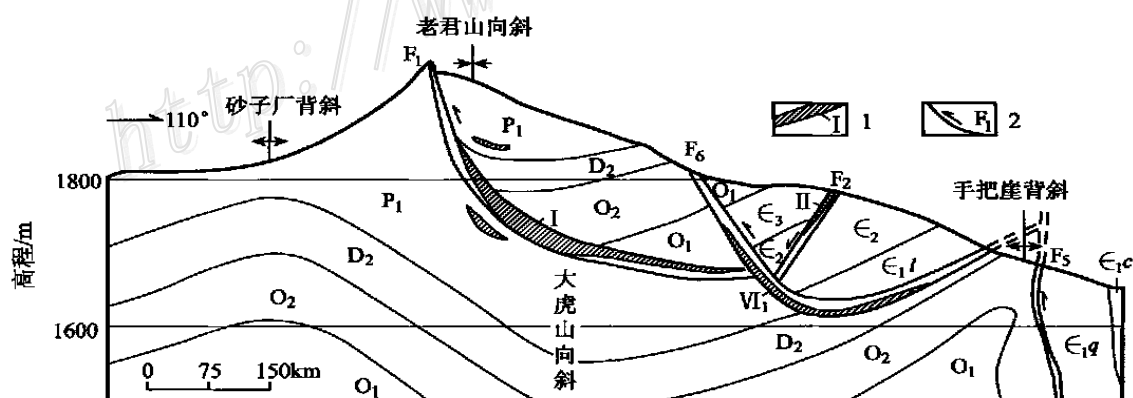


图 3 乐马厂银矿 31 勘探线剖面图(据乐马厂银矿普查地质报告剖面图缩编)

1—矿体及编号;2—逆断层及编号;其他图例同图 2

Fig. 3 Geological section along No. 31 exploration line of the Lemachang silver deposit (simplified from the Geological Section in the Geological Reconnaissance Report of the Lemachang Silver Deposit)

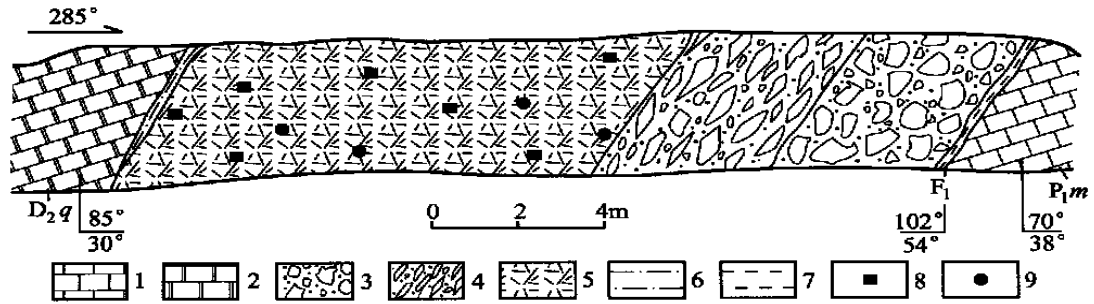


图 4 乐马厂银矿 1868 中段西侧 F_1 断层素描图

1—灰岩; 2—白云岩; 3—角砾岩; 4—具稀疏节理定向排列的角砾岩; 5—具密集节理之碎裂岩; 6—糜棱岩;
7—断层泥; 8—方铅矿; 9—孔雀石

Fig. 4 Sketch of F_1 fault on the western side of 1868 level in the Lemachang silver deposit

而上,破碎程度及节理裂隙发育程度有明显差异:下部角砾岩中角砾大小混杂,无定向性,节理裂隙稀疏,银矿化弱,但方解石重结晶作用强烈,发育团块状方解石;中上部碎裂岩胶结致密,碎斑大致平行断层面排列。剪切裂隙、剪节理发育密集,裂隙中充填铁白云石、方解石脉,银、铜、铅矿化强烈(图4)。剪节理大致可区分为3期6组共轭剪节理,如 F_1 西侧,断层面产状 $120^\circ \angle 54^\circ$,第1期的两组共轭剪节理产状 $320^\circ \angle 78^\circ$, $31^\circ \angle 80^\circ$,被后期4组节理切错;第2期的两组剪节理产状 $300^\circ \angle 60^\circ$, $10^\circ \angle 76^\circ$,切错第1期,同时也被第3期切错;第3期剪节理产状 $290^\circ \angle 68^\circ$, $365^\circ \angle 78^\circ$ 。沿轴向破碎带岩性垂向分带发育齐全,向东、西两侧至地表附近仅发育糜棱岩或角砾岩。破碎带不同空间部位岩石成分有差异,主要与上、下盘岩性有关,当上、下盘为 $P_1q + P_1m$ 、 D_2q 时,主要为白云岩和灰岩;当上、下盘为 O_{1+2} 碎屑岩时,主要为碳酸盐化的砂岩、灰岩。该断层是矿区主要含矿构造,I号矿体产于断层带中上部的碎裂岩带中。

(2) 中带逆冲断层(F_6)的地质构造特征: F_6 断层分布于矿区中、北部,呈 $NE20^\circ$ 方向延伸,长4500 m,宽100~800 m,断层产状及形态与 F_1 类似,西侧产状 $105 \sim 135^\circ \angle 30 \sim 80^\circ$,东侧 $280 \sim 330^\circ \angle 10 \sim 20^\circ$ 。断层露头平面轨迹由于地形剥蚀和产状变化而呈多种形态,西南端呈弧形封闭之长条舌状,北部西侧呈杂叶状,东部被 F_5 断层切割而出露不全,其总体形态为向西南翘起的西陡东缓之半船形。破碎带宽1.4~62 m,构造岩成分为砂泥岩、白云岩、灰岩之角砾岩、碎裂岩。垂向上岩性分带性也与 F_1 类似:下部为断层角砾岩,角砾呈透镜状;上部为碎裂

岩,矿化蚀变强烈,VI号矿体即产于其中。

(3) 根带逆冲断层带(F_5)的地质构造特征: F_5 断层纵贯矿区南北,区内长5260 m。该断裂沿背斜核部发育,破坏了背斜的完整性。断层产状 $80 \sim 114^\circ \angle 60 \sim 85^\circ$,局部倒转,导致上盘地层也随之发生倒转,下盘背斜受强烈挤压发生倒转(图3)。断层西侧切割 F_6 断层及推覆体。该断层为区域性断裂(称乐马厂或洒鱼河断裂),向西南延伸交于南北向小江深大断裂(图1),区域长度大于110 km,地层断距大于1500 m。矿区内断层破碎带宽1.60~8.81 m,主要由角砾岩、碎裂岩、糜棱岩组成,成分为硅化、炭化白云岩和石英砂岩,沿碎裂岩带产出V号矿体。

3.4 掩复体的地质构造特征

(1) 掩复体的地层组成:逆冲推覆断层系统之下分布的地层主要有 $P_1q + P_1m$ 、 P_1l 、 D_2q ,其次为 $P_2\beta$ 、 O_2q 、 O_1q 。其中 P_1l 铝土岩是逆冲推覆构造形成的润滑层,推覆断层即沿 P_1l 及其附近地层发育而成(周云满,1999),其为逆冲推覆构造的形成发展提供了重要的条件。

(2) 掩复体的构造特征:掩复体处于区域上乐马厂背斜核部,总体为“两背夹一向”的复式背斜构造(图3),褶皱轴走向为 $NE20^\circ$ 方向。“两背”为砂子厂和手把崖背斜,“一向”即两背斜之间的大虎山向斜。砂子厂背斜,位于推覆构造西侧,核部地层为 P_1q ,两翼为 P_1m 、 $P_2\beta$,东翼产状 $100 \sim 110^\circ \angle 20 \sim 35^\circ$,西翼为 $300 \sim 330^\circ \angle 15 \sim 30^\circ$,两翼基本对称。手把崖背斜,分布于推覆构造东侧, F_5 断层下盘,核部地层为 O_1h 、 O_1q ,两翼地层为 O_2q 、 D_2q ,东翼产状由于受 F_5 影响变得陡立、倒转($280 \sim 330^\circ \angle 80 \sim 90^\circ$),并被 F_5 切割,西翼产状 $280 \sim 320^\circ \angle 10 \sim 25^\circ$,

背斜轴西倾,为紧密倒转背斜。大虎山向斜分布于上述两背斜之间,核部地层为 $P_2\beta$ 、 P_1m ,两翼为 P_1q ,产状:西翼 $100 \sim 110^\circ \angle 20 \sim 35^\circ$,东翼 $280 \sim 320^\circ \angle 10 \sim 25^\circ$,为西陡东缓之不对称向斜。

3.5 逆冲推覆构造变形场及有关特征

在同一推覆过程中(变形场中),不同构造部位的变形行为有很大差异。

掩复体系统地层在前推覆期,以塑性褶皱变形为主,推覆期 D_2q-P_1 的白云岩、灰岩发生脆性变形,形成碎裂状岩石。推覆体系内变形强度从北东向南西或从东向西逐渐增强。西南的 F_1 前锋推覆体 D_2q-P_1q 地层以脆性变形为主,碎裂作用明显;中带(F_6)推覆体 ϵ 地层以底面滑移为主,属韧性变形域,大部分地段为没有重结晶作用的塑性流动,局部地段有脆性变形;根带(F_5)推覆体,以挤压逆冲为主,伴随着有重结晶作用的塑性流动,岩石发生浅变质,产状直立甚至倒转。

推覆断裂系统中构造岩的变形也有差异。断裂带的顶底板及韧性透镜体周围形成的糜棱岩,说明早、晚期为韧性变形域;断裂带中的碎裂岩是推覆期韧-脆性过渡的剪切运动之产物,岩石具典型的碎裂结构,由呈棱角状杂乱排列的碎裂白云岩和灰岩组成,碎斑常重结晶形成粗大的白云岩、方解石集合体,并具棱角稍有磨圆的塑性变形特征,且微细剪切裂隙极为发育,反映了推覆期运动形式为剪切运动,变形环境为韧性—脆性过渡环境(彭少梅,1992)。综上所述,矿区推覆构造变形是在压剪作用下的右旋剪切变形。

3.6 逆冲推覆构造运动方向、类型、时代及厚度

运动方向的确定 根据逆冲推覆断层带的弧形指向,断层面的擦痕、阶步,逆冲推覆断层带倒向等大致确定推覆体的运动方向(朱志澄,1992)为以从 NE 向 $NE210^\circ$ 方向运动为主,其根据是:①矿区 F_1 、 F_6 断层带出露的形态呈向 $SW200 \sim 212^\circ$ 方向突出的弧型,根据“弓-箭”原理,逆冲推覆构造的主体运动方向应为 $SW210^\circ$ 方向;②逆冲推覆断裂带倒向 $WS210^\circ$ 方向;③ F_1 和 F_6 西侧下盘断面上的阶步和擦痕也指示推覆体向南西方向运动(图5),断层面上擦痕北深而宽,向南变得细而浅,并由纤维状方解石晶体(擦抹晶体)组成;阶步为一系列与擦痕近于直交的微小阶梯状断口和微细陡坎,陡坎面指向西南方向。④ F_6 西侧上盘次级小褶皱轴向和断裂带中透镜状角砾长轴方向指示推覆体向南西方向运

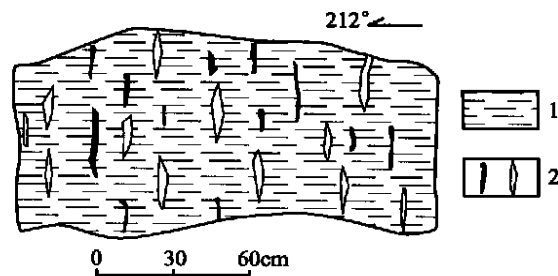


图5 BT2102 F_1 下盘 P_1 灰岩断面上的擦痕和阶步

1—纤维状方解石晶体构成的擦痕;2—微细陡坎(阶步)

Fig. 5 Scratches and steps on the P_1 fault surface of the lying wall of BT2102 F_1

动,断层面产状 $110 \sim 120^\circ \angle 50 \sim 70^\circ$,上盘次级褶皱轴面产状 $280 \sim 290^\circ \angle 40 \sim 50^\circ$,断层带中透镜状角砾的 XY 面产状 $80 \sim 90^\circ \angle 40 \sim 55^\circ$,它们与断层成锐角相交,指示对盘(掩复体)向北东方向运动。

推覆构造类型 从推覆构造特征分析,推覆体是在掩复体构造的基础上发展而成的,推覆断裂大致沿大虎山向斜轴自北东向南西推覆逆冲,向斜形态控制了推覆断裂形态,推覆体内的褶皱乃是掩复体褶皱的继承、发展和改造,掩复体的构造是在纵弯褶皱、断裂的基础上发展起来的,属褶皱式逆冲推覆构造。

形成时代 推覆构造体系的地层由上震旦统一上二叠统组成,区域内卷入同级褶皱最新地层为白垩系,同一构造层形成时代为燕山晚期(白垩纪与早第三纪之间),故矿区推覆构造为燕山晚期形成。

推覆体厚度 推覆体由 Z_2dn-P_1q 地层组成,地层总厚度大于 1 500 m,故推覆体总厚度应在 1 500 m 以上。

3.7 逆冲推覆构造的扩展方式及推覆距离

矿区逆冲推覆构造的扩展方式为后展式,其主要依据有:①沿推覆构造运动的方向,后方断层延伸到前方推覆体之上, F_5 切割 F_6 , F_6 切割 F_1 ,显然发展顺序应为 $F_1-F_6-F_5$;②从根带至前锋,变形强度增大;③从构造岩分布特征反映出的断层脉动期次看, F_1 至少三次, F_6 和 F_5 至少两次,说明 F_1 发育早, F_6 、 F_5 的活动对其有叠加改造的作用;④沿逆冲方向,推覆断层带倾角依次变缓,即 $F_5 > F_6 > F_1$ (周云满,1999)。

沿推覆体运动方向,从根带到前锋约 5.5 km 范围内 Z_2dn-P_1 地层全部推覆到 P_1 、 D_2q 、 O_2q 之上(周云满,1999)。因此推覆距离应大于 5.5 km。

3.8 逆冲推覆构造的区域构造背景及构造应力场

乐马厂逆冲推覆构造的形成,与其所处背景下的小江断裂有着密切的关系。区域构造研究表明,自晚元古宙以来,南北向小江深大断裂多次表现为左行走滑性质,其东侧块体在走滑剪切作用派生的次级压应力作用下,形成了北东向雁列式褶皱和断裂,这些次级构造向东逐渐减弱。古地理、古构造研究表明滇东北地区古生代时期存在一系列北东向隆起和凹陷(古背斜和古向斜)(云南省地质矿产局,1990)。处于这一区域内的乐马厂断裂带,亦是小江断裂派生的次级构造之一,在古生代和中生代时期,由于小江断裂左行走滑的影响表现为一个长期发展的古背斜或古隆起(轴向呈 NE40°);晚燕山运动以自东向西的侧向挤压作用为主,构造继承和叠加在先期古背斜之上,使其进一步发展和改造,形成复式背斜,背斜轴在一些地段扭转成为 NNE 向(10~20°),沿背斜轴进一步形成了逆冲断裂,断裂带由于受到自东向西的挤压力,产生了沿西南方向(大致沿断层走向)和北西方向(断层反倾向)的两个剪切分应力,西南方向的剪切应力起主导作用,使断裂具备了右旋剪切的条件,于是形成了 F_1 、 F_6 、 F_5 逆冲推覆构造,喜马拉雅期小江断裂表现为左行走滑,可能对本区构造起到了进一步的加强作用。

4 逆冲推覆构造的控矿作用

矿区银矿床的形成与逆冲推覆构造的控矿作用有着极为密切的关系。其控矿作用表现为:推覆断裂系统通过根部逆冲断裂(F_5)与小江深大断裂贯通,断裂的活动为含矿热液的形成提供了巨量能源,为矿液的运移提供了动力和通道,旁侧的推覆断裂系统(F_1 、 F_6)及推覆体内的次级断层、层间破碎带为矿质沉淀和聚集提供了储矿的空间场所(周云满,1999)。因此,逆冲推覆构造为银矿床的形成创造了一个独特的极为有利的构造成矿环境,并控制了银矿床的形成和空间分布规律。推覆断裂带的产状、空间形态及其变化控制了银矿体的产状、空间形态的变化;推覆断裂带的中心部位直接控制着银矿体富集的最佳部位。

推覆构造以不同的方式,从不同的构造部位控制了银矿床主、次矿体的产出和分布,使得推覆断裂系统、推覆体系统、掩复体系统的控矿作用表现出较大的差异性。当同一断裂切过不同物理化学性质的

岩石时,可有不同的成矿方式:在化学性质活泼的碳酸盐岩层中发生交代作用,而稳定砂页岩中则以裂隙充填为主;此外成矿方式还与断裂本身具有断层泥、不透水岩石、不透水覆盖层有关(翟裕生,1978)。

4.1 逆冲推覆断层的控矿作用

矿床 I、VI 号主矿体分别产于推覆断层 F_1 、 F_6 破碎带的中上部碎裂岩带中,矿体产状、形态与断层一致,呈向南西翘起的半船形,横剖面上呈半月形。矿体的规模、厚度、品位及其变化与断层产状、破碎带宽度变化、碎裂岩带发育程度密切相关,矿体厚度大、品位高的地段沿船形推覆断层底面“凹兜”轴线(产状由陡变缓的转折地段)分布,向两侧厚度逐渐变薄尖灭,品位降低。如 I 号矿体富矿带沿转折轴延伸 1 100 m,宽 100~300 m,厚度 6.42~26.43 m,银品位($100 \sim 429.80$) $\times 10^{-6}$,而向东西两侧 100~200 m 范围内即变薄尖灭。所以推覆断层的控矿作用表现为以推覆断层产状呈弧形变化的转折轴附近为矿化富集区,向两侧逐渐减弱的特征。形成这种矿化富集规律的原因是,沿着断层弧形转折轴部位产生次级拉张空间,岩石变形破碎强烈,破碎带宽度最大,形成了一个断裂的张开部位,当矿液汇集于此,流动空间突然扩大,流速降低,压力骤然减小,温度也随之降低,矿液过饱和,于是矿液中的矿质沉淀,在有利于交代的碎裂岩中充填交代、聚集成矿,形成厚度较大的矿体(陈国达,1978);从转折轴向两侧,破碎带逐渐变窄,矿液流动受到限制,加之大部分矿液已经停留在转折的开放空间,向两侧运移的矿液减少,故向两侧矿化作用逐渐减弱,矿体逐渐变薄尖灭。致使矿化作用并非一次完成,由于断层多次脉动,致使矿化作用亦多次脉动叠加,才形成了最终的矿体。

4.2 推覆构造的水平分异控矿

推覆构造的前锋断层带、中间次级逆冲断层带、根部逆冲断层带的受力状态、变形特征以及各带的围岩性质都有明显的差异,其控矿作用不同,表现出水平方向上的分异性:① 前锋断层带,以主推覆断层带控矿为主,形成规模较大的富矿体,产于 F_1 断层带中的 I 号矿体,呈大透镜体产出,是矿区规模最大品位最高的银矿体,储量达大型矿床规模。② 中带次级逆冲断层,以主推覆断层带控矿为主,但矿化较前锋带弱,矿体规模变小,呈断续分布。产于 F_6 断层带中的矿体断续分布,有 3 个矿体 VI_1 、 VI_2 、 VI_3 ,矿体长 540~1 460 m,宽 100~320 m,厚 0.43~

12.13 m,平均 2.3 m,银品位($57.4 \sim 331.47$) $\times 10^{-6}$,平均 148.05×10^{-6} 。③根带逆冲断层,为导矿构造,在个别岩性(矿源层)有利部位可形成小规模陡立矿体。

产于 F_5 断裂带中的 V 号矿体仅发育于 $Z_2 dn$ 、 $\epsilon_1 l$ 白云岩碎裂岩中,矿体产状 $90^\circ \angle 60 \sim 80^\circ$,长 1 400 m,宽 100 ~ 580 m,厚 0.26 ~ 3.55 m,平均 2.06 m,银品位($63.32 \sim 251.11$) $\times 10^{-6}$,平均 170.04×10^{-6} 。综上所述,推覆断层的控矿作用从前锋至根带逐渐减弱。

4.3 推覆体的控矿作用

在推覆体内也有矿体产出。推覆体的层间破碎带、先期次级张性正断层破碎带往往与主推覆断裂带是贯通的,在有利交代岩性的地段可聚集成一定规模的富矿体。如 F_1 上盘推覆体 $D_2 q$ 白云岩、 P_1 灰岩层间破碎带中的小透镜状银矿体,长 2 ~ 10 m,断续分布,厚 0.2 ~ 0.5 m,银品位($200 \sim 15\,000$) $\times 10^{-6}$;产于 F_6 和 F_5 上盘推覆体中的先期正断层 F_2 和 F_{11} 中的 II 及 XI 号矿体,长 400 ~ 720 m,倾斜延伸 54 ~ 210 m,厚 0.45 ~ 1.36 m,银品位($102.72 \sim 1\,218.59$) $\times 10^{-6}$ 。

4.4 掩复体中的矿体

在 F_1 、 F_6 下盘 P_1 灰岩中,产出两种类型的矿体。①先存矿体被推覆体掩埋:在掩复体中原生形成的层间小透镜状铅、锌、银矿体被推覆体掩埋而被保护,或者矿化被叠加而使矿体变富。②掩复体中的渗透成矿:推覆断层下盘的脆性岩石,由于逆冲推覆作用使其发生碎裂作用,在矿液经过时,渗透扩散到其中充填交代成矿,形成与主矿体平行产出的次级小规模矿体,有时品位较高。如 F_1 之下的银矿体,长 50 ~ 100 m,宽 20 ~ 80 m,厚 0.5 ~ 12 m,银品位($50 \sim 240$) $\times 10^{-6}$ 。

5 结 论

通过对乐马厂银矿床叠瓦式逆冲推覆构造推覆体系统、推覆断裂系统、掩复体系统的地质构造特征及控矿作用的详细研究,得出下述两方面的结论:①矿区逆冲推覆构造类型为褶皱式逆冲推覆构造,它是在掩复体复式背斜构造的基础上,以 $P_1 l$ 铝土岩作为润滑层,自北东向 $S W 210^\circ$ 方向逆冲推覆剪切形成的,推覆距离大于 5.5 km,推覆体总厚度大于 1 500 m,推覆构造的扩展方式为后展式;②逆冲推覆构造具有重要的控矿作用,它为矿区银矿床的形成创造了一个独特的极为有利的成矿构造环境,并控制了银矿体的形成和空间分布规律。矿床主要银矿体产于推覆断裂带中,并以弧型转折轴部为富集中心,向两侧逐渐变薄尖灭;从前锋、中间带至根带银矿化作用逐渐减弱;在推覆体和掩复体内的层间破碎带、次级断层或先期断层破碎带中仍有次级银矿体产出。

参考文献

- 陈国达. 1978. 成矿构造研究法[M]. 北京:地质出版社.
- 彭少梅. 1992. 粤北新洲逆冲推覆构造及金矿成矿系列[M]. 武汉:中国地质大学出版社. 31 ~ 39.
- 云南地勘局. 1997. 云南省第二轮成矿远景区划报告[M]. 北京:地质出版社.
- 云南省地质矿产局. 1990. 云南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社.
- 翟裕生, 林新多. 1993. 矿田构造学[M]. 北京:地质出版社.
- 周云满. 1999. 鲁甸乐马厂银矿床地质特征与成矿作用初探[J]. 矿床地质, 18(2): 121 ~ 127.
- 朱志澄. 1992. 逆冲推覆构造[M]. 武汉:中国地质大学出版社.
- 朱志澄. 1999. 构造地质学[M]. 武汉:中国地质大学出版社. 158 ~ 191.

Characteristics and Ore-controlling Role of the Thrusting Nappe Structure in the Lemachang Silver Deposit

Zhou Yunman

(Graduate School, China University of Geosciences, Wuhan 430074; No. 1 Institute of Geological Survey, Yunnan Academy of Geological Survey, Qujing 655000)

Key words: Thrusting nappe structure, ore-controlling role, Silver deposit, Lemachang, Yunnan Province

Abstract

The general structural framework of the Lemachang large-size independent silver deposit is a thrusting nappe structural system. Based on an analysis of regional tectonic setting and geological structure of the ore district, this paper deals emphatically with the characteristics and ore-controlling role of the imbricate thrusting nappe structure in the ore deposit. The thrusting nappe structure in the ore district is of the folded thrusting nappe structure type formed in late Yanshanian period, the napping is NE-SW trending right-lateral shearing movement, and the spreading is of the post-spreading style. The thrusting nappe structure created a unique and most favorable structural environment for the ore-forming process in the silver deposit, and controlled the formation, location and spatial distribution of silver orebodies. The thrusting nappe fault system played the dominant ore-controlling role, and the nappe system as well as the hidden nappe system possessed the second place in this aspect.

西藏羌北无人区首次综合科学考察取得初步成果

羌塘是西藏高原的主体,享有“世界屋脊的屋脊”之称,平均海拔 5 000 m 以上,因受恶劣自然条件的限制,人们对那里的自然环境和资源状况所知甚少。由中国工程院院士郑绵平研究员率队,有包括地质、矿床、生物、钻探技术等多学科的汉藏科技专家及新闻记者等 22 人参加的科考队,于今年 5 月初从盐湖中心常年野外科学基地——扎布耶盐湖出发,进入羌塘无人区,进行综合科学考察,预计总行程约 8 000 km。此次科学界的综合考察为揭开该地区的自然奥秘提供了一次良机,对开拓人类对高寒地区的自然环境、地学和生物学的研究,保护和合理利用自然资源具有重要的科学意义和潜在的经济价值。

据科考队从野外最新发来的初步报告,考察工作已取得如下丰硕成果:

1. 发现羌北无人区蕴藏着丰富的盐湖矿产资源,首次发现该区厚达 3 m 的镁硼酸盐矿层,具有很大的找矿远景。
2. 首次用自行研制的水陆两栖钻机对无人区盐湖进行钻探,并首次取得了该区盐湖中的沉积岩心,发现湖中有近期沉积的稳定和不稳定芒硝层,标志无人区至少在近 1 ~ 2 ka 期间其年平均气温在 - 4℃左右。
3. 发现在无人区北纬 32°30'—34°30' 之间也存在 50 ~ 28 ka B.P. 的泛盐湖期,当时湖相沉积范围较现代大十余至数十倍。这对该区古气候、古环境演化研究将有重要意义。
4. 首次对无人区盐湖生物资源进行调查,发现 5 个盐湖有卤虫分布,5 个湖泊有西藏拟蚤分布,特别是西藏拟蚤,有望将其驯化到海水中大量培养,作为海水养殖名贵动物幼体的鲜活饵料,具有重要的理论和实用意义。
5. 首次对无人区进行流动定点气象观测,取得了该区气温、蒸发量、降水量及地温等第一手资料。

(中国地质科学院矿产资源所 郑绵平 供稿)