

四川拉拉铜矿构造成矿动力学机制

周家云^{1,2}, 陈家彪², 沈冰², 朱志敏², 刘飞燕², 罗丽萍², 李潇雨²

(1. 成都理工大学沉积地质研究所, 四川 成都 610059; 2. 中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

摘要:通过对矿区区域构造背景、矿区构造特征、构造控矿特征的研究, 得出了矿区岩石圈在经历了火山地堑、挠曲沉降和回返褶皱封闭几个构造-岩浆演化阶段后, 形成了该区东西向和南北向构造叠加格局。早期东西向张性断裂构造为含矿岩浆的侵位提供了通道和空间, 控制了含矿岩体的分布范围和展布形态, 促使了成矿元素的初始富集, 中期东西向叠瓦式冲断-褶皱构造体系应是成矿期构造, 它为成矿元素的活化、迁移、富集、成矿提供了动力、通道和空间, 晚期南北向褶皱构造应是成矿后构造, 它对矿床起着改造作用。

关键词:拉拉铜矿; 控矿构造; 成矿动力学

中图分类号: P542 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1552 (2008) 01-0098-07

拉拉铜矿床位于四川省会理县境内, 为我国著名大型富铜矿床。前人对拉拉铜矿床已作过大量工作。申屠保涌 (2000) 通过对拉拉铜矿区钠长岩的地球化学和构造运动研究, 认为拉拉铜矿属动力变质热液型铜矿床; 陈根文和夏斌 (2001) 根据矿石中黄铁矿的常量元素、Pb、S 同位素组成, 提出拉拉铜矿属火山喷流-沉积型硫化物矿床; 李泽琴等 (2003) 采用辉钼矿 Re-Os 同位素直接测定的矿床形成年龄与赋矿围岩河口群变质年龄相一致而提出拉拉矿床为变质热液成因; 孙燕等 (2006) 通过 S、H、O、K-Ar、Pb、Rb-Sr 及 Re-Os 同位素研究, 进一步提出火山沉积-变质成因的层控型矿床。前人研究工作主要集中在拉拉铜矿床地质特征及成因机制方面。近年来, 拉拉铜矿在矿山开发中发现构造对矿床展布和产出的制约作用极为突出, 成矿动力学机制研究成为了一个重要命题, 本文就这一问题将对拉拉铜矿区域构造-岩浆演化和控矿构造特征进行探讨。

1 区域构造背景

1.1 大地构造位置

拉拉铜矿区在大地构造上位于 SN 向延伸的川滇被动陆缘裂谷系中部, EW 向会理-东川坳拉槽的西端 (吴根耀, 1983; 刘肇昌等, 1996)。会理-东川坳拉槽西起安宁河-绿汁江断裂, 东至小江断裂。宝台厂-九龙断裂和天宝山-巧家断裂分别构成坳拉槽的南北边界 (图 1), 都位于 EW 向线性影象密集带, 处于幔隆与幔凹之间的斜坡带上, 均向坳拉槽内部倾斜, 在元古代具正断层性质, 坳拉槽封闭后才转为逆冲断层, 并具有多期活动特征。北界天宝山-巧家断裂在遥感图像上显示为一条大的隐伏断裂带, 走向 EW, 长 100km 左右 (刘肇昌等, 1996); 南界宝台山-九龙深大断裂控制了元古代河口群优地槽细碧角斑岩系含 Cu-Fe 建造的分布, 应是元古代细碧角斑岩从地幔溢流到地表的火山通道。断裂南侧, 河口群、昆阳群和东川群沉积发育, 断裂北侧会理群和天宝山组分布广泛。此外, 坳拉槽内 SN 向

收稿日期: 2007-06-04; 改回日期: 2007-07-16

基金项目: 科技部国际科技合作项目 (2005DFA20063)。

第一作者简介: 周家云 (1973-), 男, 工程师, 在读博士生, 矿床学专业。Email: zjy200202020@yahoo.com.cn

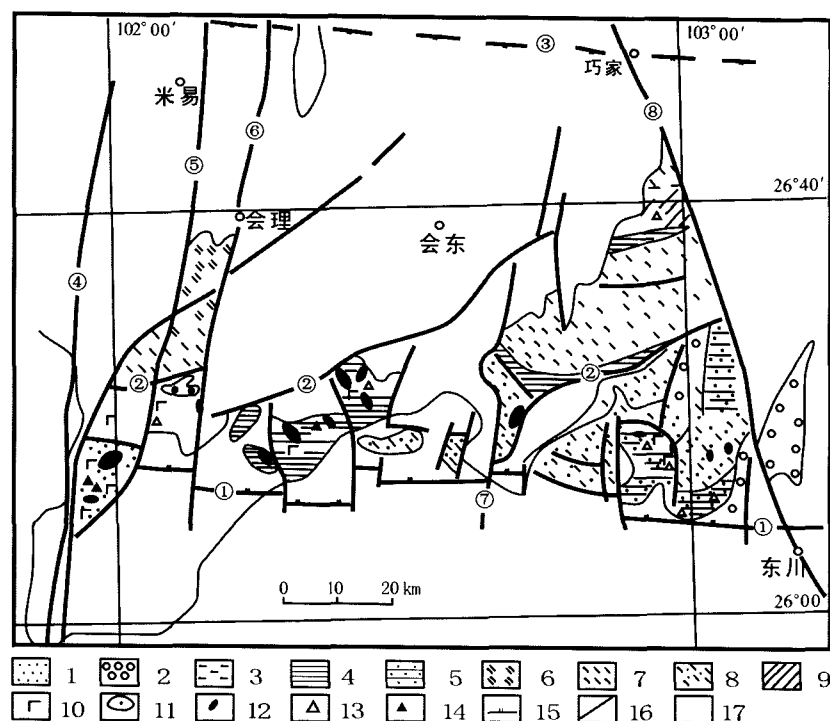


图 1 会理 - 东川坳拉槽地质矿产略图(据刘肇昌等, 1996)

1~2-河口群: 1-深盆相火山-细屑岩; 2-浅海相碎屑岩-碳酸盐岩; 3~5-东川群: 3-深盆相; 4-斜坡-台地相; 5-潮坪-泻湖相; 6~8-会理群: 6-斜坡槽盆相浊积碳酸盐岩; 7-斜坡槽盆相浊积碎屑岩夹碳酸盐岩; 8-潮坪-泻湖相碎屑岩-碳酸盐岩; 9-天宝山组; 10-基性火山岩; 11-变质橄榄岩; 12-晋宁期辉长岩; 13-沉积型铜矿; 14-火山型铜矿; 15-坳拉槽边界断层; 16-断裂; 17-显生宙盖层。断裂名称: ①-宝台厂-九龙断裂; ②-菜园园-麻塘断裂; ③-天宝山-巧家断裂; ④-磨盘山断裂; ⑤-小关河断裂; ⑥-益门-鹿厂断裂; ⑦-普渡河断裂; ⑧-小江断裂

Fig. 1 Sketch map of geology and mineralization in the Huili-Dongchuan Aulacogen

断裂也众多,与 EW 向断裂的交汇处常常为火山喷发中心。

1.2 区域构造事件

扬子地台西缘基底主要有三套岩系,包括以康定杂岩、渡口杂岩为代表的角闪岩相高级变质岩系,以河口群、东川群为代表的中级变质火山-沉积岩系和以会理群为代表的弱变质火山-沉积岩系。高级变质岩系原岩为基性及中酸性火山岩、沉积岩、基性及超基性侵入岩。它们均为角闪岩相或角闪-麻粒岩相高级变质杂岩,普遍遭受混合岩化,已获得的大量同位素年龄时限大致在 1950~2400Ma(袁海华等,1987;李复汉,1988)。中级变质火山-沉积岩系原岩主要为在较为闭塞的非补偿深海盆地沉积形成的非稳定-次稳定型建造组合,火山作用较强烈。其中河口群以云母片岩、钠长浅粒岩为主,夹千枚岩、磁铁石英岩、白云石大理岩及斜长变粒岩、钠长片岩等,可恢复出多个富钠质安粗-流纹质熔岩、凝灰岩与富含有机碳及黄铁矿之深灰色、黑色泥岩夹炭硅质泥岩、白云岩等组成的火山喷发-沉积旋回。

前人曾获得河口群时限应为 1950~1700Ma(袁海华等,1987;刘肇昌等,1996)。东川群在许多方面仍然保持火山地堇的特征,喷流沉积和浊积岩系发育,时限为 1700~1400Ma(吴懋德,1990)。弱变质火山-沉积岩系会理群为一套低绿片岩相区域动力变质岩系,包括力马河组、凤山营组和天宝山组。原岩属在较为开放的滨、浅海环境形成的稳定-次稳定建造组合,火山作用较弱。据前人所获年龄时限为 1400~850Ma(袁海华等,1987)。

区域上角闪岩相高级变质岩系和中级变质火山-沉积岩系之间,迄今未发现可靠的不整合接触证据,不过,两者岩石组合、变质、变形程度明显不同,其间应有一次重要的构造运动界面存在,这一界面冯本智称为康滇运动(1950Ma)。河口群和东川群两套地层褶皱走向虽均为 EW 向,但轴部并不重合,并且在汤丹、落雪、拖布卡等地区均发现不整合面或因民组底砾岩存在,说明两者之间存在一次构造运动,被称为东川运动(1700Ma)。东川群和会理群两套地层之间也未找到连续剖面,但是,东川群和会理

群之间在岩石组合特征、沉积建造性质、火山岩的发育状况、火山岩的成分及含矿、岩石变质程度等方面有着明显的差异,前者具有地槽型沉积组合特征,而后者则明显地具有过渡沉积组合特征,反应了从前者到后者沉积时大地构造环境发生了突变,这一运动被称为会理运动(1400Ma)。会理群与上覆震旦系地层之间的不整合界面,分布广泛,标志清晰,俗称晋宁运动,对这一运动的存在,几乎没有任何异议,是本区获得一致公认的一次强烈造山褶皱运动(850Ma)。

1.3 区域构造演化

会理-东川坳拉槽层系遭受了多旋回的构造变形,发育于 2000~850Ma,历时 1 亿多年,包括中元古代和新元古代。依次经历了中元古代河口时期(1950~1700Ma)火山地堑阶段,中元古代东川时期(1700~1400Ma)火山地堑向岩石圈挠曲拗陷过渡阶段,中元古代会理时期(1400~850Ma)岩石圈挠曲沉降阶段,以及新元古代晋宁运动(850Ma)回返褶皱封闭阶段。河口期在康滇运动 SN 向拉张作用下,原始结晶基底发生裂解,拉拉地区形成近东西向的裂谷盆地,盆地内堆积了一套偏碱性细碧角斑岩和火山-沉积碎屑岩建造的河口群。东川期,坳拉槽强烈的火山-构造活动中心已由河口早期的拉拉地区向东迁移到东川、通安地区,并沉积了通安组,为一套包含凝灰岩、凝灰质白云岩和板岩、细碧岩或枕状角斑岩的火山-沉积建造,显示裂陷作用自西向东推进。尔后,会理期受会理运动(1400Ma)作用,坳拉槽进入岩石圈挠曲、大面积拗陷沉降新阶段,促使沉降中心向北迁移,并沉积由力马河组、凤山营组、天宝山组组成的会理群。震旦纪早晋宁运动(850Ma)SN 向挤压作用使河口群、会理群挤压形成东西向褶皱,导致坳拉槽的封闭,晚晋宁运动使坳拉槽层系发生以 SN 向为主的褶皱变形,并叠加在前震旦纪东西向褶皱之上;而东西向褶皱可能是华南地块格林威尔期构造运动的产物(姜勇彪等, 2006)。

1.4 区域构造格局

在会理-东川坳拉槽区域地壳收缩、挤压条件的构造背景控制下,矿区层系形成了一系列的复背斜、复向斜和逆冲断裂,它们以 EW 向为主,SN 向次之,两者叠加干涉形成本区双层结构的构造格局。下层构成下褶皱基底,发育东西向褶皱,上层构成上褶皱基底,发育南北向褶皱。

1.4.1 东西向构造

伴随着早晋宁运动(850Ma)SN 向强烈的挤压

作用,使会理-东川坳拉槽层系(河口群、会理群)挤压变形,总体上形成一个大型复向斜,构造线以 EW 向为主。复向斜核部在会理-会东一带,南翼出露宽,同斜倒转褶皱发育,由河口群、东川群、会理群构成。在会理地区,大复向斜的南、北缘均有一个次级复背斜,南缘的河口复背斜规模较大,由河口群组成。

1.4.2 南北向构造

晋宁运动晚期 EW 向的挤压,造成会理-东川坳拉槽层系南北向褶皱、断裂构造,以断裂为主,褶皱次之。SN 向的小江断裂、益门-鹿厂断裂和普渡河断裂等,控制了坳拉槽内黎溪、通安和东川等次级盆地的分布。SN 向褶皱普遍叠加在 EW 向褶皱之上,以宽缓的正常背斜、向斜为主,局部倒转,变形强度明显弱于 EW 向褶皱。

2 矿区构造特征

拉拉矿区处于区域性的近南北向断裂 F13 和 F29 之间,矿区西侧 F13 自白云山经石头沟、锅厂、官地至大足田向南延伸到图幅之外,呈北北东-南南西贯穿全区。断层走向约为北东 10° ~ 20° ,倾向变化较大,有北西西和南东东两种,在落函矿区范围倾向北西,倾角约 70° ~ 85° 。断层总体上属逆断层,同时西盘有向北平移的性质。矿区东侧 F29 北起盐水河,经绿湾、松坪、石龙至绿水。断层走向北东 30° 左右,倾角北西,地表倾角 70° ~ 85° ,向深部由陡变缓,逐步变化到 30° ~ 40° ,断层属逆断层。在 F13 和 F29 之间,矿区北部有轴向约 NE 20° 左右的双狮拜象平缓背斜,南部有相同轴向的红泥坡向斜,以及分隔他们的近东西走向的断层 F1。F1 断层出露范围西自落函矿区的营盘山,经过老羊汗滩沟、龙树箐至周家箐,东西两端被 F13 和 F27 所限制,走向 60° ~ 80° ,破碎带宽 10~30m,最大垂直断距 325m,断层早期具逆断层性质,后期具有正断层性质。双狮拜象背斜轴部大致位于大营山至双狮拜象水库以西。西翼岩层倾向南西,倾角 40° ~ 50° ;东翼岩层倾向南东,倾角 40° ~ 50° 。双狮拜象背斜南部由一系列小型背斜和向斜组成,从西到东有落函背斜、老羊汗滩沟向斜、老虎山背斜、小厂向斜、寨子箐背斜等。F1 断层以南的红泥坡向斜与双狮拜象背斜轴向近于一致,它的北部有次一级的新老厂背斜、石龙向斜(图 2)。

此外,矿区位于轴向东西走向河口复式背斜的

南翼,同斜倒转、平卧褶皱发育,轴面向南倾斜,并与南倾的逆冲断层共同组成叠瓦式冲断-褶皱构造,走向 NWW-EW(图 3)。

3 构造控矿特征

3.1 东西向构造控矿

拉拉铜矿总体上在一定层位控制下,主要受东西向下构造层构造控制明显。各矿体走向与基底早期构造亚层的走向一致,显示了东西向构造对矿床展布明显的控制作用。矿区矿体总体南倾,主要赋存于东西走向的叠瓦式冲断-褶皱构造体系之中,尤其赋存在主断层和次级断层、断层和褶皱共同组成的复合构造之中,赋矿构造主要有褶皱、层间破碎带和叠瓦式冲断层。

3.1.1 褶皱构造控矿

拉拉铜矿东西向褶皱构造控矿作用明显,矿体走向总体呈东西向,产状和围岩一致,产出形态主要为层状、似层状、透镜状等,并随围岩一起发生东西向褶皱。控制矿体展布方向的构造总体为一东西走向倒转褶皱,由河口复背斜南翼次一级的倒转紧闭背斜、向斜所组成。落岫矿区②、③、④主矿体原来认为产于向南倾的单斜构造之中,随着矿山开采的进行,在露天开采中发现其赋存于一条东西走向,向北逆冲的逆断层上盘挤压形成的一组紧闭斜歪背斜、向斜之中,三矿体实际上为同一矿层随褶皱起伏在地表不同部位的重复出露(图 4)。背斜南翼地层发生了倒转,不是以前一直认为的南倾,而是向北倾,背斜轴面产状 $225^{\circ} \sim 237^{\circ} \angle 30^{\circ} \sim 32^{\circ}$,两翼夹角紧闭,

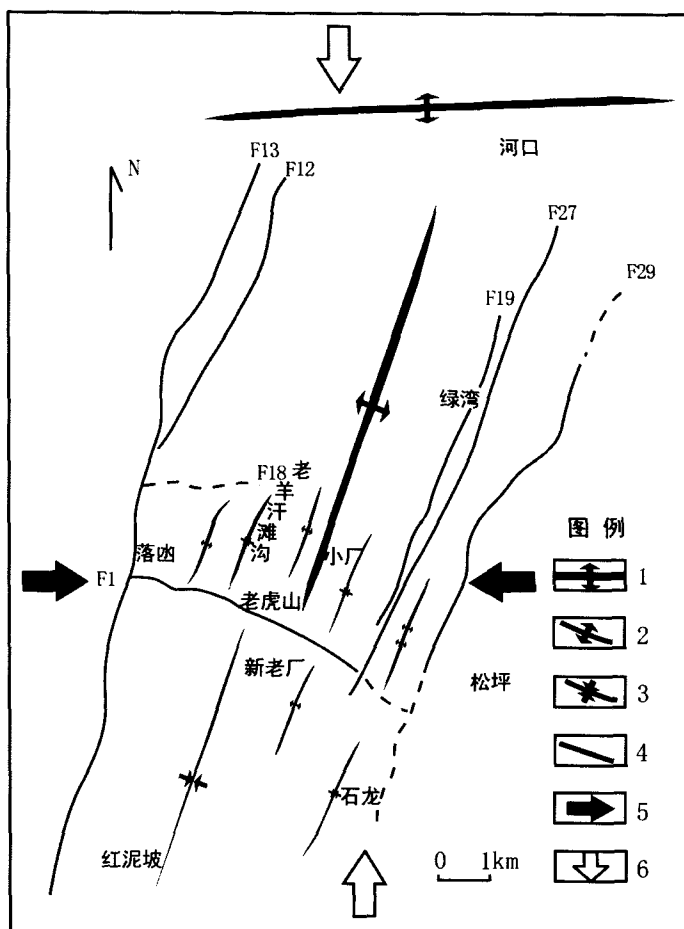


图 2 拉拉铜矿区构造纲要略图

1—一级背斜;2—二级背斜;3—二级向斜;
4—断层;5—晚期作用力;6—早期作用力

Fig. 2 Structural outline map of the Lala mining area

褶皱面作相似弯曲,枢纽端常常形成张裂隙或发生层间活动,产生虚脱空间,致使矿体厚度在两翼明显减小,转折端虚脱部位常常膨大变厚。

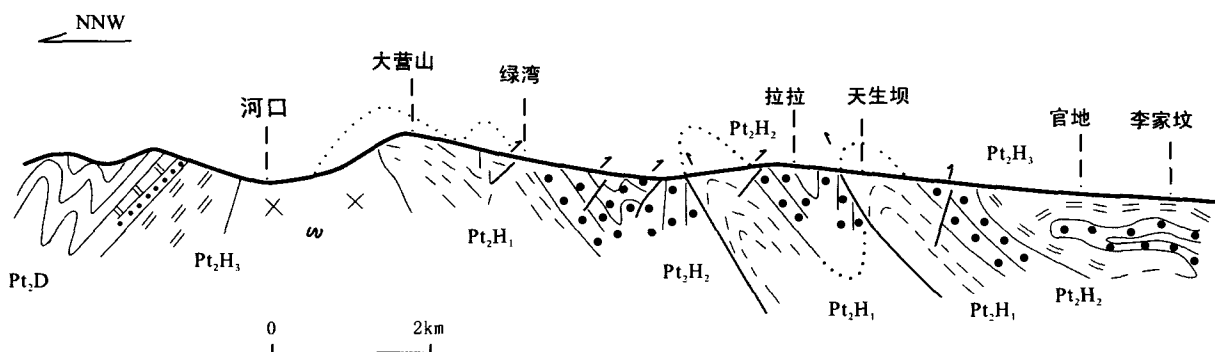


图 3 拉拉地区地质构造剖面图(据刘肇昌等, 1996)

Pt₂H₁—大营山组;Pt₂H₂—落岫组;Pt₂H₃—小青山组;Pt₂D—东川群;ω—晋宁期辉长岩

Fig. 3 Geological and tectonic section in the Lala area(after Liu et al., 1996)

3.1.2 断裂构造控矿

拉拉矿区铜矿体还常常赋存于东西向褶皱伴生的挤压作用下形成的层间破碎带和叠瓦式逆冲断层之内。层间破碎带和叠瓦式逆冲断层总体向南倾斜,个别向北倾,倾角约 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。破碎带一般宽约 $1 \sim 2\text{m}$,常见石香肠构造、断层角砾、断层泥、断层擦痕等现象。黄铜矿单晶颗粒或集合体呈浸染状分布于断层内,或沿断层面定向排列成条带状。落幽矿区可见层间破碎带、叠瓦式逆冲断层和东西向褶皱组合,形成的叠瓦式冲断-褶皱构造体系。层间破碎带常常发育于东西向紧闭褶皱的翼部,破碎面产状与岩层产状一致,为岩层受挤压,发生弯曲、层间滑动所致。叠瓦式逆冲断层常常发育于紧闭向斜与紧闭背斜的转折部位,为岩层受挤压发生断裂错动所致。此外,少数矿体还赋存于断层挤压作用下次级共轭裂隙之中。如老羊汗滩沟 2054 平硐矿体总体沿一走向 305° 的右行走滑主断层分布,矿体主

要赋存于主断层两侧的次级共轭节理之内,尤其是在主断层和次级节理的交汇处常常形成膨大的团包状、鸡窝状矿体。

拉拉矿区 F1 断层是矿区内最为重要的东西向断层。它东西两端分别被 F27 断层和 F13 断层所切,并与宝台厂-九龙断裂相连,应是宝台厂-九龙断裂西延部分,它控制了含矿岩体的分布和矿体的延展与富集,且具有多期活动性质,现在显示的断层特征为向北倾的带平移性质的正断层,是成矿前构造或成矿期构造。

3.2 南北向构造控矿

拉拉矿区南北向褶皱构造叠加于早期东西向褶皱构造之上,对矿体具有明显的富集改造作用。矿区南北向褶皱由一系列平缓波状起伏的小型背、向斜组成,呈连续的平行分布。拉拉矿区多数矿床及矿化点,有规律地分布于东西向背斜与南北向背斜,或东西向向斜与南北向向斜交汇部位,矿体在平面上

上呈“S”形、椭圆型展布,并受这些小型背、向斜的严格控制。南北向褶皱的波状起伏常常使矿体在东西走向上也随之尖灭、重现。如落幽矿床位于东西向紧闭斜歪背斜和南北向背斜(落幽复背斜)的交汇处,东西向褶皱受南北向褶皱改造,背斜枢纽东端向东倾覆,西端被一南北向断层所切。②③矿体连接为一条整矿体,随背斜枢纽的起伏变化在平面上呈现“S”形(图 5)。在中梁子背斜倾末端和下老鸦田向斜仰起端,①号矿体宽度变窄,厚度变薄,形成鞍状,中梁子背斜也限制了②、③、④号矿体向西延伸。

南北向断层对矿床的控制作用不是很明显,他们常常破坏了矿体的连续性,或破坏背斜、向斜的一端或一翼。

3.3 不同期次构造与成矿关系

拉拉铜矿床矿石和岩石铅同位素分析数据在铅-铅等时线图上具有良好的线性关系, Pb-Pb 等时年龄为 $888 \pm 53\text{Ma}$,反映了矿床围岩变质作用的结束时间,也是拉拉铜矿床热液冷却结晶侵位时间(陈好寿和冉崇英, 1992)。据此推断拉拉铜矿床主成矿年龄约在 850Ma 左右,与新元古代晋

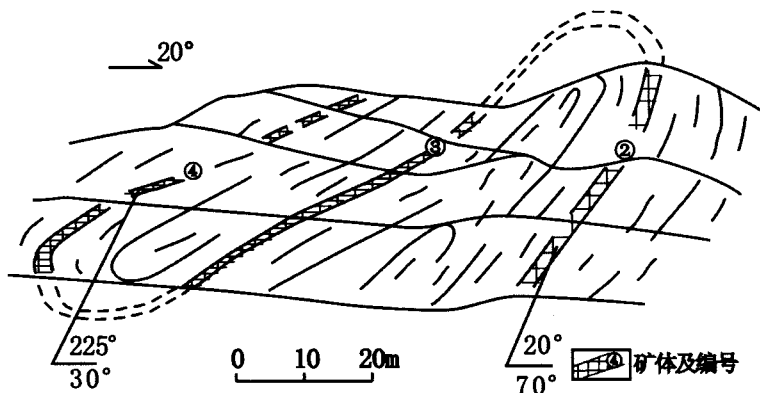


图 4 落幽矿区褶皱剖面图

Fig.4 Fold section in the Luodang area

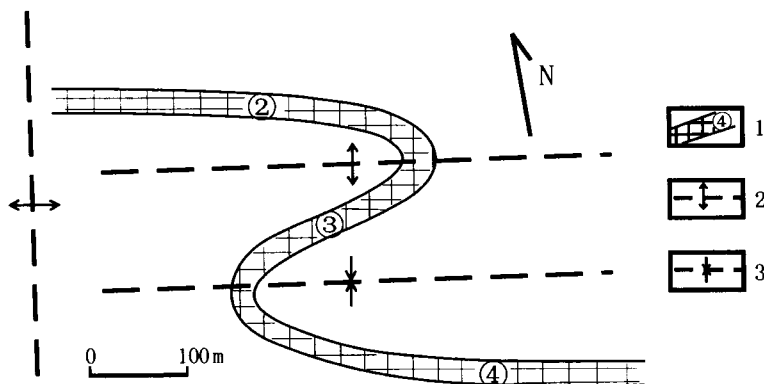


图 5 落幽矿区矿体展布平面示意图

1-矿体及编号; 2-背斜; 3-向斜

Fig.5 Sketch showing the plane exhibition of orebodies in the Luodang area

宁期(850Ma以后)回返褶皱运动时间一致。拉拉铜矿床S同位素分析显示硫源主要有来自海水硫酸盐的还原作用,也有火山喷发作用从深部带来的地幔硫。氢、氧同位素分析显示矿床成矿早期(火山喷发-沉积期)的成矿流体主要来自岩浆水和海水,而成矿中晚期(动力变质及区域变质期)的成矿流体则为变质水及大气降水的混合(陈好寿和冉崇英,1992)。可见拉拉铜矿的成矿作用主要发生在晋宁期,晋宁运动的褶皱逆冲推覆促进了含矿岩系的变质、变形作用,一方面为成矿元素的再活化、迁移提供了动力,另一方面为成矿元素的进一步富集、沉淀提供了有利的运移通道和沉淀空间,东西向褶皱、断层明显具有成矿期构造属性。早期南北向拉张作用使原始结晶基底发生东西向裂解,在拉拉地区形成近东西向的裂谷盆地,含矿母岩体(细碧角斑岩、钠长岩等)沿着东西向断层通道裂隙式喷发、侵入,堆积形成了一套偏碱性细碧角斑岩和火山-沉积碎屑岩建造的河口群。火山岩具有间歇式多期喷发、侵入特点,产状平缓,分布面积较广,和火山喷发间期沉积岩石共生,产状一致,呈层状产出,形成火山-沉积旋回。而东西向断层和南北向断层的交汇处更是火山活动的中心。火山喷溢到盆地后,成矿元素在一定层位初步富集,所以早期东西向拉张断裂控制了控矿层系的分布,为成矿元素的最终富集成矿提供了物质基础,应属成矿前构造。而后,南北向挤压运动迁就于原东西向构造破碎带,使东西向断层性质由张性转变为压性,在拉拉地区形成东西走向的叠瓦式冲断-褶皱构造体系。同时,岩系发生变质变形作用,大量变质水、岩浆水和海水混合形成的成矿流体沿断层运移并在次级构造有利部位(褶皱虚脱部位、层间破碎带、次级断层)沉淀成矿。中晚期东西向构造促进了成矿元素的重新活化和迁移,为成矿流体的运移提供了动力和空间,进一步控制了矿体的延展与富集,又属成矿期构造。随后,东西向构造挤压形成南北向褶皱构造体系,叠加于东西向构造体系之上,使矿体进一步改造、移位、富集,南北向褶皱应属成矿后构造。可见,拉拉铜矿形成于多个成矿大地构造演化阶段,具多因复成成矿特点。多因复成矿床一般具有多构造演化阶段、多物质来源、多控矿因素、多成矿作用和多成因类型等“五多”特点,而多构造演化阶段是产生其他“四多”的“主多”因素(曾乔松等,2005),所以说,拉拉地区构造演化对于拉拉铜矿的形成具有重要作用。

4 结 语

开展构造动力学机制研究对成矿预测和矿产资源的定位勘查有十分重要的意义(陈广浩等,2005)。从以上控矿构造演化分析可以看出,拉拉铜矿形成于多个成矿大地构造演化阶段,与成矿活动有关的构造运动主要有三次,早期东西向张性断裂构造为含矿岩浆的侵位提供了通道和空间,控制了含矿岩体的分布范围和展布形态,促使了成矿元素的初始富集,为成矿元素的最终富集成矿提供了物质基础。早期东西向张性断裂构造应为成矿前构造。矿区F1断层是矿区内最为重要的东西向断层,它与宝台厂-九龙断裂相连,应是宝台厂-九龙断裂西延部分,它具有多期活动性质,早期应是含矿岩体的侵位通道,尤其和南北向构造F13断层的交汇处应是火山溢流的中心。中期东西向叠瓦式冲断-褶皱构造体系应是成矿期构造,它为成矿元素的活化、迁移、富集、成矿提供了动力、通道和空间,其中东西向褶皱转折端虚脱部位、层间破碎带、逆冲断层是较为有利的容矿构造。晚期南北向褶皱构造应是成矿后构造,它对矿床起着改造作用,使矿体进一步改造、移位、富集,南北向褶皱和东西向褶皱的同向弯曲叠加干涉部位往往是矿体最为富集、规模最大的部位。故此,今后该区外围找矿应以南北向褶皱和东西向褶皱的同向弯曲叠加干涉部位为主,深部找矿应以F1断层附近区域为主,尤其是F1和F13断层的交汇处前景较好。

致谢:本文在成文过程中得到审稿专家的许多宝贵意见,在此表示感谢!

参考文献:

- 陈根文,夏斌. 2001. 四川拉拉铜矿床成因研究. 矿物岩石地球化学通报,20(1):42-44.
- 陈广浩,沈勇,张湘炳. 2005. 成矿构造研究法在危机矿山找矿中的几个应用实例. 大地构造与成矿学,29(1):63-70.
- 陈好寿,冉崇英. 1992. 康滇地轴铜矿床同位素地球化学. 北京:地质出版社,20-74.
- 姜勇彪,张世红,吴怀春,韩以贵. 2006. 华南地块西南缘格林威尔期区域构造解析. 大地构造与成矿学,30(2):127-135.
- 李复汉. 1988. 康滇地区的前震旦系. 重庆:重庆出版社,31-73.
- 李泽琴,王奖臻,刘家军,李朝阳,杜安道,刘玉平,叶琳.

2003. 拉拉铁氧化物-铜-金-钼-稀土矿床 Re-Os 同位素年龄及其地质意义. 地质找矿论丛, 18(1): 39 - 42.
- 刘肇昌, 李凡友, 钟康惠, 李伟, 文绍先. 1996. 扬子地台西缘构造演化与成矿. 成都: 电子科技大学出版社, 48 - 100.
- 申屠保涌. 2000. 钠长岩类地质地球化学特征及变质变形与铜矿的形成——以四川会理拉拉铜矿床为例. 沉积与特提斯地质, 20(3): 77 - 91.
- 孙燕, 舒晓兰, 肖渊甫. 2006. 四川省拉拉铜矿床同位素地球化学特征及成矿意义. 地球化学, 35(5): 553 - 559.
- 吴根耀. 1983. 会理-东川裂堑的发育及形成机制. 北京: 北京科技出版社, 30 - 62.
- 吴懋德. 1990. 云南昆阳群地质. 昆明: 云南科技出版社, 60 - 98.
- 袁海华, 张树发, 张平. 1987. 康滇地轴基底时代的初步轮廓. 见: 张云湘, 刘秉光主编. 中国攀西裂谷文集. 北京: 地质出版社, 51 - 60.
- 曾乔松, 陈广浩, 王核, 李鹏春. 2005. 基于多因复成矿床理论探讨阿舍勒铜矿的成因. 大地构造与成矿学, 29(4): 545 - 550.

TECTONO-METALLOGENIC MECHANISM FOR THE LALA COPPER DEPOSIT, SICHUAN

ZHOU Jiayun^{1,2}, CHEN Jiabiao², SHEN Bing², ZHU Zhimin²,
LIU Feiyan², LUO Liping² and LI Xiaoyu²

(1. Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Chengdu 610041, Sichuan, China)

Abstract: The Lala copper deposit is tectonically located in the middle rift-valley of the Chuandian passive margin. The western Huili-Dongchuan aulacogen. crust in the studied area had undergone several phases of tectonic-magmatic evolution: volcanic graben, flexure and folding inversion, hence the basement was superimposed by EW and SN-trending structures which constrained the association of deposits. The tectonic impact on the mineralization can be divided into three stages based on the analyses of regional structures and tectonic characteristics in the ore district. In the early stage, the stretching faults offered intruding pathways and spaces for the ore-bearing magmas, which controlled the spatial distribution and occurrence of the mineral deposits, and actuated metallogenic elements to be enriched initially. In the middle stage, the EW-trending superimposed thrust structures and fold system may represent the mineralization epoch which could have offered a kinetic energy, pathway and space to promote migrating, concentrating and mineralizing of the ore-forming elements. In the later stage, the SN-trending folds may represent the post-metallogenic epoch structures which could have a transforming effect on the deposit.

Keywords: Lala copper deposit; ore-control structures; metallogenic dynamics; mineralization epoch