

doi: 10.6053/j.issn.1001-1412.2015.02.010

四川康定大厂沟金多金属矿点 控矿构造特征及成矿浅析

解惠, 候立平, 李艳阳, 吕梦鸿, 张旭明, 刘林

(四川省冶金地质勘查院, 成都 610051)

摘要: 康定大厂沟金多金属矿点赋存在志留系茂县群中, 受左行走滑体系内的剪切裂隙控制, 为硅化-金多金属硫化物型矿点。成矿与区内海西期基性岩浆活动有关, 矿(化)体在空间分布上受“非典型”Reidel 剪切系统模式控制。区内基性岩脉两侧或附近的 P, R 和 R' 型剪切裂隙或蚀变破碎带是找矿重点地段。

关键词: 金多金属矿; 控矿构造; 成矿模式; 成矿预测; 大厂沟; 四川省

中图分类号: P613, P618.51 **文献标识码:** A

0 引言

地壳中矿产分布受成矿物质条件和成矿构造条件的双重控制, 因此, 地质找矿勘查理论方法要注重这两者的结合才能达到更好的效果^[1]。自 Ramsay 等^[2-3] 系统介绍韧性剪切带研究成果以来, 引起了众多学者^[4] 的关注, 对剪切带的研究逐渐深入, 并取得了大量科研成果。Reidel 对剪切带构造成矿系统中可能出现的各种容矿空间进行了大量深入的研究, 并提出了著名的 Reidel 简单剪切系统模式^[5-7]。杜劲光^[8] 认为韧性剪切带内部岩体与金矿床关系极为密切, 金矿床多在岩体附近, 有的矿体赋存在岩体与围岩接触带, 有的则位于岩体之中。在四川省小金—大渡河—九龙金多金属成矿带内的大渡河成矿远景区志留系茂县群中的董家沟、门子沟等金多金属矿就具这些典型特征^[5-13]。康定大厂沟金多金属矿点为 2013 年发现的矿点, 产于左行走滑剪切体系中, 矿化与海西期^① 基性岩浆活动有关, 成矿地质背景和地质特征与董家沟、门子沟金多金属矿基本类似。本文将对大厂沟金多金属矿化的区域地质构造

格架、容矿构造特征、岩体(脉)分布与成矿等方面进行阐述, 并与 Reidel 简单剪切系统模式进行对比, 建立成矿模式、提出找矿远景区。

2 矿区地质概况

大厂沟金多金属矿区位于扬子陆块北西缘南段川滇构造带北端与龙门山造山带斜交相接部位(图 1), 其北侧和西侧分别与松潘—甘孜褶皱系金汤弧形构造和 NW 向的鲜水河断裂相邻^[11-13]。区内沿康定大渡河两岸康定杂岩^② 或沉积盖层密集分布有金矿床(点), 已发现金矿产地 85 处, 其中有中型矿床 2 处, 小型矿床 41 处, 矿点 42 处。金矿有两种类型: 一类为产于康定变质核杂岩中的石英脉—构造蚀变岩型金矿; 另一类是产于沉积盖层剪切裂隙中的硅化—多金属硫化物型金矿。大厂沟金多金属矿点属产于沉积盖层剪切裂隙中的硅化—多金属硫化物型金矿; 矿点就位于 1 : 20 万化探 Au 异常中, 异常强度较高, 浓集中心明显, 具三级浓度分带, 其找矿前景较好。

大厂沟金多金属矿点地处 SN 向鸡心梁子复式

收稿日期: 2015-01-19; **责任编辑:** 王传泰

基金项目: 四川省康定—泸定地区岩金矿产资源勘查选区项目(编号:川冶勘函[2013]113号)资助。

作者简介: 解惠(1973—), 男, 博士, 高级工程师, 主要从事构造地质与区域地质矿产调查研究。通信地址: 四川省成都市成华区地勘路 6 号, 四川省冶金地质勘查院; 邮政编码: 610051; E-mail: 621815471@qq.com

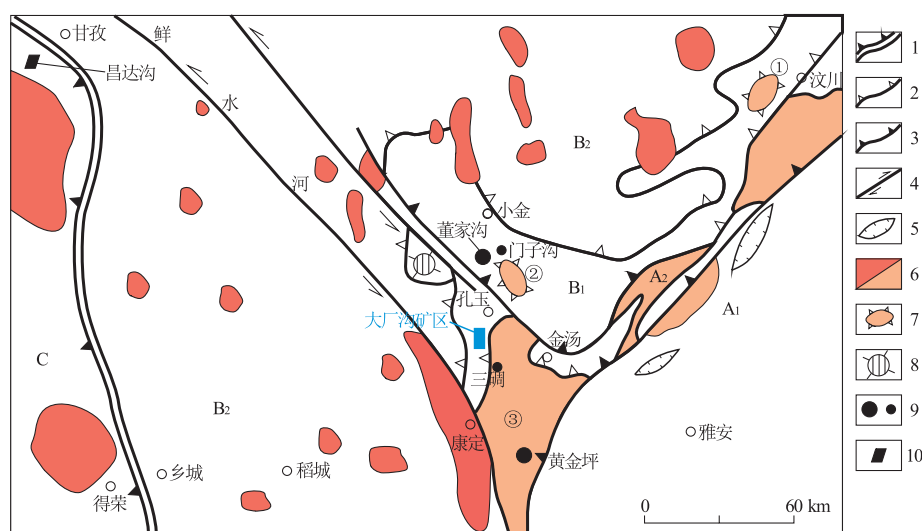


图1 扬子陆块北西缘区域构造及金多金属矿分布略图

(据骆耀南等改编,1998)

Fig.1 Sketch geological map showing regional structure and distribution of gold polymetallic deposits on the northwest margin of the Yangtze block

1. 甘孜—理塘碰撞结合带;2. 滑脱带;3. 逆冲推覆带;4. 平移断层;5. 飞来峰;6. 中-新生代花岗岩及前震旦纪变质杂岩;7. 变质核杂岩;①雪隆包,②格宗,③康定;8. 构造穹窿;9. 中/小型金多金属矿;10. 斑岩型铜多金属矿;A₁. 四川前陆盆地;A₂. 龙门山前陆逆冲楔;B₁. 龙门山后山滑脱-推覆叠置岩片;B₂. 松潘—甘孜造山带主体;C. 义敦岛弧带

背斜之西翼,区域性近SN向大渡河滑脱型韧性剪切带、红锋脆性剪切带纵贯全区(图2)。区内含矿地层为志留系茂县群(Sm)中-深变质岩系,主要为大理岩、细晶灰岩、生物碎屑岩、千枚岩等;在其西部有面积泥盆系出露,北东部有少量震旦系、奥陶系出露。区内构造活动频繁,近SN向主干剪切带规模较大,延伸较远;NW向、NE向的剪切和节理裂隙发育,但规模小延伸短。已在这些剪切裂隙内圈定了6条金多金属矿(化)体,多位于志留系茂县群细晶灰岩与千枚岩相接部位,长30~140 m,厚度0.35~5 m,金品位 $w(\text{Au})=1.64 \times 10^{-6} \sim 4.10 \times 10^{-6}$,最高 4.39×10^{-6} ,且伴生银、铜、铅、锌、锑等矿化;以石英脉型(图3a)为主,石英脉-构造蚀变岩混合型(图3b)为辅。区内岩浆活动强烈,基性、酸性岩都有发现,以海西期基性岩脉最发育且与成矿关系密切;见多条基性岩脉呈岩墙状集中分布在志留系茂县群中。

3 构控构造特征

3.1 区域构造格架及控矿作用

矿区位于上扬子古陆块与巴颜喀拉地块接合部,SN向鸡心梁子复式背斜西翼与区域性近SN向大渡河滑脱型韧性剪切带、红锋脆性剪切带的构造复合部位,主体构造近SN向平行产出(图2)。鸡心梁子背斜为一向北倾伏的背斜,核部大面积出露康定杂岩,西翼较宽阔,倾角 $50^\circ \sim 70^\circ$;东翼地层多缺失,倾角陡直。该背斜是一个以上升为主的隆起带^③,区域性近SN向剪切带沿其西翼发育,对其破坏严重,这种“隆起加断裂”的特殊构造,对成矿十分有利。

3.2 矿区构造控矿特征

3.2.1 容矿构造分布特征

矿区构造呈韧-脆性剪切特征,空间上夹持在区域性近SN向大渡河滑脱型韧性剪切带、红锋脆性剪切带之间的狭长带状区域内。区内这两条剪切带为左行走滑性质^④,大渡河剪切带为左行走滑断裂体系的东部主边界断裂,红锋剪切带为西部主边界断裂。走滑构造带是地表水和地下热液运移的良好通道,反过来,热液流体促使走滑带进一步张裂和位移;走滑构造是重要的大型矿床定位场所,目前所发现的很大部分大型和超大型矿床都与大型走滑构造

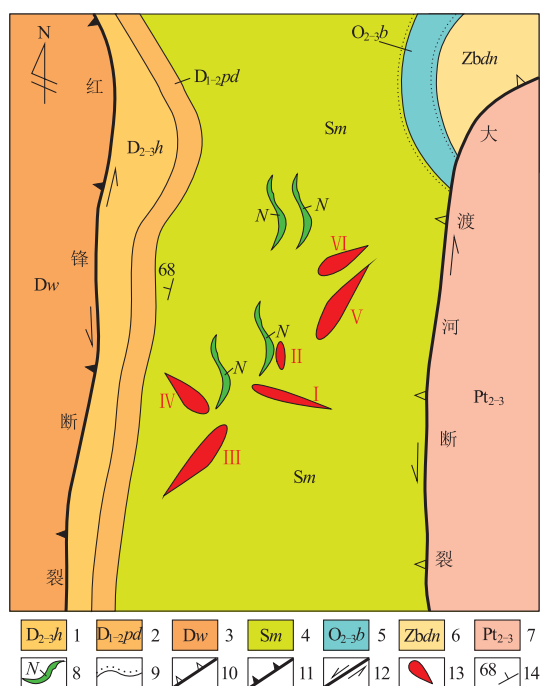


图2 康定大厂沟金多金属矿点地质简图

Fig. 2 Sketch geological map of gold polymetallic ore occurrences, Dachanggou, Kangding

1. 泥盆系河心组; 2. 泥盆系捧达组; 3. 泥盆系危关组; 4. 志留系茂县群; 5. 奥陶系宝塔组; 6. 震旦系灯影组; 7. 中新元古界康定群; 8. 变质基性岩脉; 9. 地质界线/不整合界线; 10. 滑脱带; 11. 逆冲推覆带; 12. 平移剪切带; 13. 矿(化)体及编号; 14. 岩层产状

有关^[14-16]。

大厂沟金多金属矿化区处在大渡河和红锋这两条大型的韧-脆性剪切体系中,岩石受到近 EW 向区域强大挤压力的作用,发育有近 SN 向且与区域构造线相一致、规模较大的韧性剪切带,以及 NE 向、NW 向的剪切节理裂隙,剪节理走向与近 SN 向志留系茂县群呈一定角度相交。沿断裂带及两侧的岩石破碎,千枚理、片理、劈理、膝折等小构造发育,并常见拉伸线理和小揉皱,构成以绢云母绿泥石为主的千枚岩带。目前已在区内的压扭性蚀变破碎带中初步圈定 6 条金多金属矿(化)体(图 2)。其中,NE 向的有 3 条,分别为Ⅲ号、Ⅴ号、Ⅵ号矿脉,总体 NW 向倾斜,倾角 $31^{\circ}\sim 79^{\circ}$; NW 向的有 2 条,分别为Ⅰ号、Ⅳ号矿(化)脉,总体 NE 向倾斜,倾角 $37^{\circ}\sim 40^{\circ}$; NS 向的有 1 条(Ⅱ号矿化脉),其顶板测量产状为 $85^{\circ}\angle 62^{\circ}$ 。

3.2.2 控矿构造组合特征

剪切带构造成矿的关键点是要具有一定的张开度,分布都遵循 Reidel 简单剪切系统模式;含金剪切带中的金矿脉大多赋存在 D、P、R 和 R' 型剪切裂

隙中^[3-7]。

大厂沟金多金属矿化区内剪切带构造与 Reidel 简单剪切系统模式对比分析表明,区内容矿构造基本符合 Reidel 简单剪切系统模式,Ⅰ号金多金属矿脉位于 Reidel 简单剪切系统模式中的 R' 型剪切裂隙中,Ⅱ号位于 D 型剪切裂隙中,Ⅲ号、Ⅴ号、Ⅵ号位于 P 型剪切裂隙中,Ⅳ号位于 R 型剪切裂隙中(表 1,图 4);在区内发现了 T 型张裂隙,但其内未见矿化。因此,区内主要发育 P 型控矿断裂,R 型、R' 型、D 型控矿断裂次之。

应该指出,Reidel 剪切系统模式是一种理想的变形模式,在野外实际中其受诸多因素影响而发生一定变化。大厂沟金多金属矿点的控矿断裂就是 Reidel 简单剪切构造体系的“非典型”代表,主要矿(化)体赋存在 P 型、R 型、R' 型剪切裂隙中,已圈定 D 型(Ⅱ号)矿化体延伸短、规模小。Reidel 剪切系统模式中把位于剪切带中部并与剪切带边界平行的 D 型剪切裂隙做为主要容矿构造,这在胶东金矿区的玲珑、大尹格庄—夏甸、旧店 3 个金矿田^[6]、小秦岭金矿区、桐柏山老湾金矿带^[7]是普遍规律。另外,大厂沟金多金属矿(化)体与剪切带边界交角和标准剪切系统模式也不同(表 1)。因此,本文把这种与普遍规律不同的“特殊规律”命名为“非典型”Reidel 剪切系统模式。

4 岩体(脉)分布与成矿

研究区内的岩浆活动为晋宁期和海西期(图 1)。晋宁期—澄江期岩浆岩为康定杂岩,呈变质核杂岩状产出,是孔玉一带金多金属成矿带的主要成矿物质来源;海西期岩浆活动主要分布在盖层古生界志留系茂县群内,以基性岩脉呈岩墙状产出。晋宁期—澄江期、海西期岩浆活动与区内金多金属矿成矿关系最为密切^[17-18]。

前已论述韧性剪切带内部岩体与金多金属矿床关系极为密切。同样,区内岩浆活动为本区带来丰富的物源与热源,为区内成矿物质的迁移富集奠定了基础。脉岩,尤其是成群成带脉岩的出现,往往指示深部或旁侧大岩体的存在,或深部幔源构造薄弱带的存在,同时也指示金矿形成所需热源的存在^[18]。区内海西期基性岩脉群沿近 SN 向分布,切层产出,倾角较陡近直立。岩脉顶底板强烈破碎,其内见断层角砾岩、断层泥,表明岩脉是沿次级近 SN

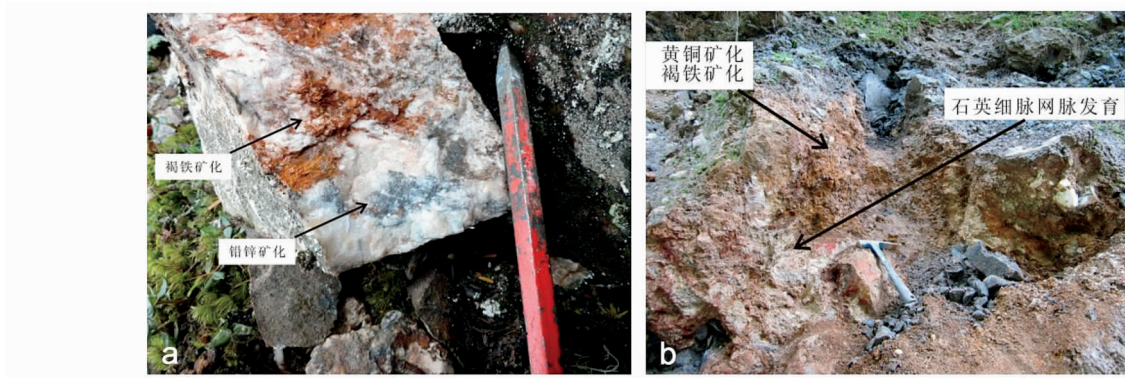


图 3 厂沟金多金属矿点矿体露头特征

Fig. 3 The orebody outcrop characteristics of gold polymetallic ore occurrences in Dachanggou Area.

a. I号金铅锌矿石(TC05); b. III号石英脉-蚀变岩型金铜矿体(YD029)

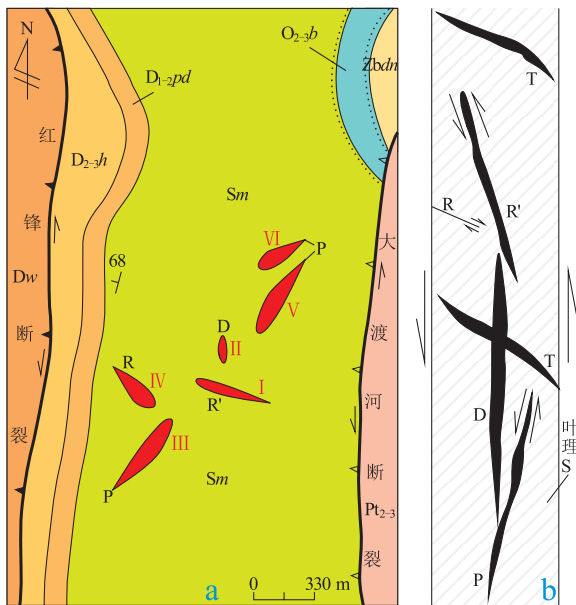


图 4 研究区剪切带左行走滑剪切作用引起的各种含矿构造与 Reidel 简单剪切模式对比

Fig. 4 The comparison of the ore-bearing structures caused by the left slip shearing of shear zone in the research area and the simple Reidel shearing system model

a. 大厂沟矿区矿体分布图; b. Reidel 简单剪切模式(1929)

R. 低角度 Reidel 剪切裂隙(与剪切带边界成 15° 交角); R'. 高角度 Reidel 剪切裂隙(与剪切带边界成 75° 交角); P. 逆向剪切裂隙或压力剪切裂隙(与剪切带边界成 $5^\circ \sim 10^\circ$ 交角); D. 主剪切裂隙(与剪切带边界平行); T. 沿应变椭球 YZ 面形成的张裂隙(与 S 叶理垂直);其他图例及说明同图 2

向断裂(D型剪切裂隙)充填而成,并随区内大型剪切带的弯曲而变化。区内基性岩脉与金多金属成矿时空关系密切,矿(化)体多在基性岩脉两侧或附近剪切裂隙中分布,“二者相伴,形影不离”。如II号矿化体即赋存在基性岩脉底板剪切裂隙中;III号、IV号

矿(化)体随离岩脉距离的增加,矿(化)体规模及品位则有逐渐降低的趋势。实际上,区内基性岩脉金品位 $w(\text{Au}) = 0.01 \times 10^{-6} \sim 0.03 \times 10^{-6}$,矿化微弱,证明岩脉侵位时间晚于剪切裂隙变形带和矿(化)体,它使各种成矿元素进一步叠加改造或富化,使先前矿(化)体增富变优。

5 成矿模式

大厂沟矿点及外围金多金属成矿带的成矿物质主要来源于康定杂岩,区域性近SN向剪切带是各种成矿物质迁移的主要通道,深部基性岩浆为成矿物质活化聚集提供了热源;志留系茂县群大理岩、细晶灰岩和生物碎屑岩等作为金多金属的赋矿层,也提供了部分成矿物质来源。区内成矿基本符合韧性剪切带内部“深源说”和“浅源说”^[9]的观点,即矿化主要来源于深部成矿物质,部分来源于浅部表层成矿物质。茂县群中的千枚岩作为容矿岩石,表现为较强的退色蚀变,为含矿气液的封闭层,对矿液起到隔挡封闭作用。大厂沟金多金属矿点的成矿模式归纳于图 5。

6 成矿预测

通过上述分析,结合与同类型典型矿床(董家沟、门子沟金多金属矿)对比,对区内石英脉型、石英脉-构造蚀变岩型矿(化)体进行成矿预测。

(1) 根据区内“非典型”Reidel剪切系统模式,

表 1 研究区剪切带左行走滑剪切作用引起的各种含矿构造与 Reidel 简单剪切系统模式对比

Table 1 The comparison study table of the ore-bearing structures caused by the left slip shearing of shear zone in the research area and the simple Reidel shearing system model

矿(化)脉 编号	矿(化)脉 平均产状	矿(化)脉 与剪切带边界交角	对应 Reidel 简单剪切系统 模式剪切裂隙类型	Reidel 简单剪切系统中剪切裂隙类型 与剪切带边界交角
I 号	$17^{\circ}/37^{\circ}$	73°	R'型	75°
II 号	$85^{\circ}/62^{\circ}$	5°	D 型	平行
III 号	$130^{\circ}/79^{\circ}$	40°	P 型	$5^{\circ}\sim 10^{\circ}$
IV 号	$55^{\circ}/37^{\circ}$	35°	R 型	15°
V 号	$305^{\circ}/31^{\circ}$	55°	P 型	$5^{\circ}\sim 10^{\circ}$
VI 号	$325^{\circ}/24^{\circ}$	35°	P 型	$5^{\circ}\sim 10^{\circ}$

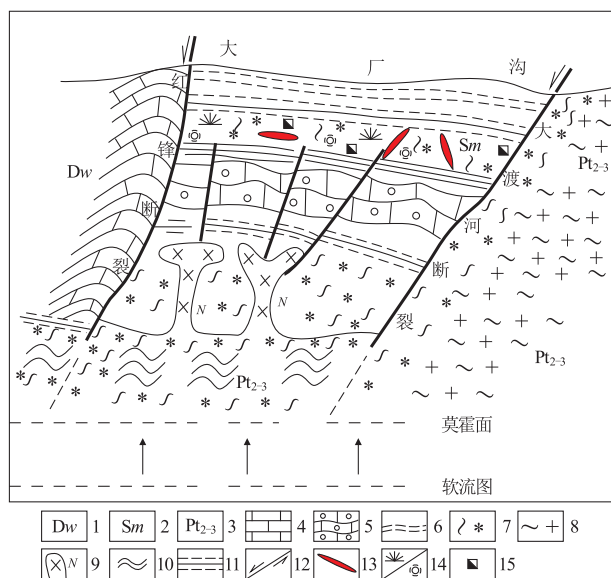


图 5 大厂沟金多金属矿点成矿模式简图

Fig. 5 Metallogenic model of gold polymetallic ore occurrences in Dachanggou area

1. 泥盆系危关组; 2. 志留系茂县群; 3. 中新元古界康定群; 4. 大理岩、灰岩; 5. 变质结晶灰岩; 6. 千枚岩; 7. 糜棱岩; 8. 花岗质混合岩; 9. 变质基性岩脉; 10. 褶皱层; 11. 韧-脆性剪切带; 12. 剪切带; 13. 金多金属矿(化)体; 14. 孔雀石化/硅化; 15. 褐铁矿化

主要容矿构造为 NE 向(P 型)、NW 向(R 型)、NWW 向(R'型)剪切裂隙(图 4),虽各个矿(化)体厚度较大,但其走向延伸受限于边界韧-脆性剪切带,走向延伸有限,加上金矿化往往只在含矿剪切裂隙(蚀变带)内局部地段富集,预测区内远景规模为中/小型金多金属矿。由于工作程度低,已知矿(化)体走向上都未作详尽控制,P(如 III 号、V 号、VI 号)、R(如 IV 号)、R'型(如 I 号)和 D 型(如 II 号)矿(化)体走向延伸后会相互交汇,交汇处是区内寻找富金矿体及厚大矿体出现的有利地段,是区内找矿的重点地段。

(2)据区内成矿构造、岩体(脉)分布特征,找矿重点应在基性岩脉两侧或附近 P、R 和 R'型剪切裂

隙或蚀变破碎带内。

注释:

- ① 1 : 20 万小金幅区域地质调查报告(矿产部分),四川省地质局,1984: 1-153.
- ② 四川省金矿资源潜力评价成果报告,四川省地质矿产勘查开发局,2011: 1-245.
- ③ 1 : 25 万宝兴县幅区域地质调查报告,四川省地质调查院,2002: 1-381.

参考文献:

- [1] 常印佛. 第三届全国矿田构造与地质找矿理论方法研讨会论文集·序[J]. 大地构造与成矿学, 2011, 35(4): 477-478.
- [2] Ramsay J G, Allison I. Structural analysis of shear zone in an alpinised hereynian granite, Schw eiz[J]. Mineral Pet rogr Mit t, 1979, 59: 251-279.
- [3] Ramsay J G. Shear zone geometry: a review[J]. J Struct Geol, 1980, 2: 83-99.
- [4] 吴美德, 芮仲清. 含金剪切带型金矿床[M]. 北京: 地质矿产部情报研究所, 1989, 1-203.
- [5] 邓军, 翟裕生, 杨立强. 论剪切带构造成矿系统[J]. 现代地质, 1998, 12(4): 493-500.
- [6] 周浩, 朱建建, 林柯, 等. 广东河台金矿应力场演化研究[J]. 矿产勘查, 2014, 5(2): 275-280.
- [7] 杨梅珍, 付晶晶, 王世峰, 等. 桐柏山老湾金矿带右行走滑断裂控矿体系的构建及其意义[J]. 大地构造与成矿学, 2014, 38(1): 94-107.
- [8] 杜劲光. 我国最重要的岩金矿床类型—金银矿产选集(第十一集)[M]. 长春: 冶金工业部长春黄金研究所, 1993: 75-91.
- [9] 刘继顺. 韧性剪切带中金成矿研究的若干问题[J]. 地质论评, 1996, 42(2): 123-127.
- [10] 姜琪, 王荣超. 招平断裂剪切带金成矿作用特征及找矿方向[J]. 中国矿山工程, 2010, 9(3): 36-39.
- [11] 李建忠, 陈智梁, 刘宇平. 四川康定伸展构造及其控矿特征[J]. 特提斯地质, 1998, 22: 17-27.
- [12] 陈智梁, 刘宇平. 康定大渡河两岸主要金矿区矿田构造研究[M]. 北京: 地质出版社, 1997: 1-83.
- [13] 骆耀南, 俞如龙, 候立伟, 等. 龙门山—锦屏山陆内造山带[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1998: 1-166.

- [14] Kerrich R, Goldfrab R, Groves D, et al. The geodynamics of world-class gold deposit: Characteristics, space-time distributions, and origins[J]. *Reviews in Economic Geology*, 2000, 1: 501–551.
- [15] Solom M. Subduction, arc reversal and the origin of porphyry copper-gold deposits in island arcs[J]. *Geology*, 1990, 18: 630–633.
- [16] Bellot J P. Hydrothermal fluids assisted crustal scale strike-slip on the Argentine fault zone[J]. *Tectonophysics*, 2008, 450(1–4): 21–33.
- [17] 杨钻云, 郑辉, 李见, 等. 康滇地轴北缘新台子金矿区矿床地质特征及找矿方向浅析[J]. *地质与勘探*, 2013, 49(5): 846–854.
- [18] 王小春. 川西地区金矿的类型与分布规律[J]. *地质与勘探*, 2000, 6(1): 20–25.

Initial analysis of ore-control structure characteristics and metallogenic model of gold poly-metallic ore occurrences of Dachanggou area in Kangding region of the western Sichuan province

XIE Hui, HOU Liping, Li Yanyang, LV Menghong, ZHANG Xuming, LIU Lin

(Sichuan Institute of Metallurgical Geology & Exploration, Chengdu 610051, China)

Abstract: The Dachanggou gold polymetallic occurrences occur in Silurian Maoxian Group and are controlled by left slip shear crack system. They are silicified gold polymetallic sulfide mineral occurrences and considered to be related to Hercynian basic magmatism. Spatially the (mineralization) ore bodies are controlled by non-typical Reidel shearing model. Based on the above mentioned metallogenic model of the occurrences is built and targets are pointed out at P、R、R' type shearing fractures or altered cataclastic zones on both sides of or near the basic dykes.

Key Words: gold polymetallic ore occurrences; ore-control structure; metallogenic model; metallogenic prediction; Dachanggou; Sichuan province