

引用格式: 李荣社,陈隽璐,马中平,等. 中国西北部造山带中几个古生代俯冲增生楔的识别与确认[J]. 中国地质调查,2016, 3(1):44-51.

中国西北部造山带中几个古生代 俯冲增生楔的识别与确认

李荣社¹, 陈隽璐¹, 马中平¹, 徐学义², 查显锋¹, 白建科¹, 时超¹, 张海迪¹

(1. 中国地质调查局西安地质调查中心, 西安 710054;

2. 中国地质调查局成都地质调查中心, 成都 610081)

摘要: 中国西北部涉及古亚洲和特提斯两大构造域,造山带结构复杂,成矿地质条件优越。为推进地质找矿突破行动计划,中国地质调查局在各成矿(造山)带部署了一批1:5万、1:25万区域地质调查与基础地质综合研究项目,取得了一批新发现、新进展,有效提升了对各成矿带成矿地质条件的认知程度,尤其是在阿尔泰山南缘、南天山、南昆仑等地识别并确认出规模可观的、成矿作用优越的板块俯冲增生楔,是造山带中的增生造山亚带,是寻找斑岩型铜、构造蚀变岩型金及多金属矿的最有利区带。“增生造山带”的构造、岩浆活动及空间展布等的确认,为地质找矿突破提供了强有力的技术支撑。

关键词: 板块俯冲; 蛇绿岩; 增生楔; 构造混杂

中图分类号: P548

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2016)01-0044-08

0 引言

针对青藏高原空白区的中比例尺区域地质调查已全面完成,在地层古生物、岩浆岩、构造地质及地质找矿等方面取得了阶段性成果。此后,全国区域地质调查工作的重点转向重要成矿带区域地质调查工作,如“阿尔泰山—准噶尔成矿带基础地质综合研究”、“北山—祁连山成矿带基础地质综合研究”、“天山成矿带基础地质综合研究”、“东昆仑成矿带基础地质综合研究”以及“西昆仑—阿尔金成矿带基础地质综合研究”等。这些重要成矿带项目以基础地质调查服务于国民经济建设和社会发展为宗旨,围绕基础地质资料更新和成矿带成矿地质背景,瞄准解决区域重大地质问题,依托1:25万、1:5万区域地质调查及区域地质、物探、化探、遥感调查项目,开展成矿地质背景综合研究;在针对构造系统的厘定以及区域地层、岩石、构造时空格架的建立等方面开展工作的同时,结合区域经济和社

会发展需求,选择制约找矿的重大地质问题和区域重大基础地质问题进行专题研究。

中国西北部造山带十分发育,可划分为古亚洲构造域和特提斯构造域^[1],前者是古亚洲洋与不同性质陆块相互作用的结果,后者是特提斯洋与诸多古地块群相互作用的结果,它们是研究古亚洲古生代洋盆及特提斯洋盆(系)洋—陆转换过程和构造时限的关键地区。这些构造带成矿条件优越,是我国造山型金、铜、铅锌等多金属矿床的重要战略区带,因此,对这些构造带关键区带的深入研究和重点解剖,能够提高对成矿地质背景的认知程度,为区域地质找矿提供基础支撑。

1 研究进展与成果

板块构造兴起半个多世纪以来,得到不断的验证与发展。越来越多的地质实践证明:岩石圈板块处于相对运动之中,主要构造和岩浆活动都集中在板块边界部位^[2],大陆边缘地质成为现代构造地质

收稿日期: 2015-03-13; 修订日期: 2015-11-02。

基金项目: 中国地质调查局“秦—祁—昆重要结合带组成、成因及演化研究(编号: 1212011121258)”和“新疆1:5万喀伊车山口等3幅艰险区填图试点(编号: 12120114042701)”项目资助。

第一作者简介: 李荣社(1959—),男,教授级高级工程师,主要从事区域地质调查研究工作。Email: lronshe@cgs.cn。

研究的重要课题^[3-5]。例如,从板块构造的角度对岛弧、弧后盆地的研究带来了地球科学系统的变革。20 世纪 90 年代以来,碰撞造山带的研究取得了长足的进展。随着增生型造山带作为一种新的造山类型的提出^[6-8],一系列增生楔被厘定,并成为研究造山带结构、构造极性及形成演化的重要物质载体。

近年来,1:25 万、1:5 万区域地质调查及综合研究项目的开展与实施,更加丰富和深入了对西北地区古生代构造格局的认识。阿尔泰山南缘增生楔、昆南增生楔、南天山增生楔等的识别与厘定,为细化和深入认识大陆边缘系统及增生造山过程提供了理想的研究对象,为相应地区优势矿种的成矿地质背景研究提供了基础地质支撑。

1.1 阿尔泰山南缘增生楔

阿尔泰山造山带可划分为西伯利亚板块南缘早古生代岩浆弧、阿尔泰山南缘古生代增生楔。区域地质调查和综合研究的阶段性成果表明,阿尔泰山南缘古生代增生楔发育于额尔齐斯—玛因鄂博断裂带至卡拉麦里蛇绿混杂岩带之间(图 1),主体发育由古生代地质体构成的多级别的增生体。在北部额尔齐斯河一带解析出一套完整、典型的增生楔(图 2),向南多

被上叠盆地火山碎屑沉积体(D-C)覆盖。总体上,增生体与上叠盆地火山碎屑沉积体构成了阿尔泰山南缘复合推覆构造带^[5]。

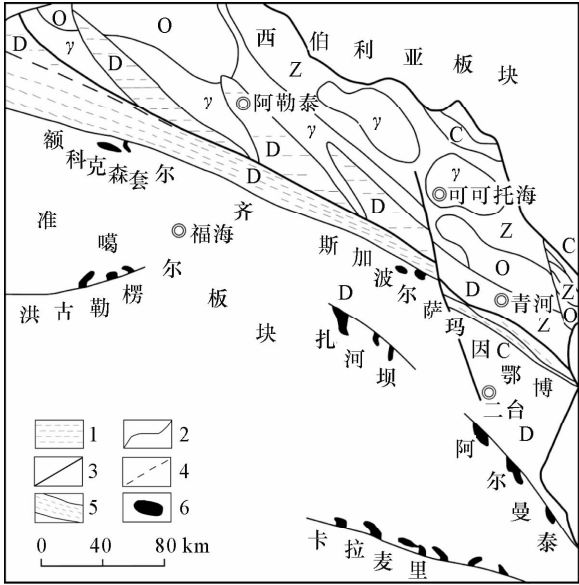


图 1 阿尔泰山南缘东段构造简图
Fig.1 Tectonic sketch map of the eastern part of the south Altai

- 1. 阿尔泰山南缘弧后盆地; 2. 地质界线; 3. 主要断裂; 4. 推测断层;
- 5. 额尔齐斯—玛因鄂博韧性剪切带; 6. 蛇绿岩

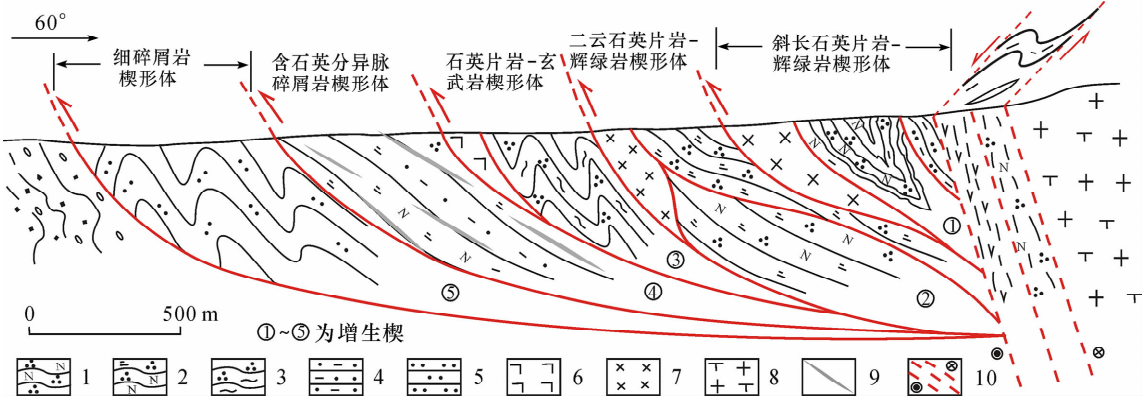


图 2 青河县额尔齐斯河增生楔剖面结构示意图

Fig.2 Structural profile of Irtysh River accretionary wedge in Qinghe County

- 1. 斜长石英片岩; 2. 二云斜长石英片岩; 3. 石英片岩; 4. 细砂岩; 5. 粉砂岩; 6. 玄武岩; 7. 辉长岩; 8. 花岗闪长岩;
- 9. 变质石英英分异脉; 10. 左行走滑韧性剪切带

1.1.1 物质组成

根据对 1:25 万青河幅实测剖面资料的分析认为,额尔齐斯河增生楔主要由一套中酸性火山岩、沉积灰岩、碎屑岩及少量蛇绿岩残片构成,多发生绿片岩相变质。增生楔内蛇绿岩残片主要包括层状辉长质杂岩、辉绿岩、枕状镁铁质火山岩等;蛇绿岩上覆岩系主要为与蛇绿岩残片密切相伴的放射虫硅质

岩、灰岩及洋岛(碱性)玄武岩等。卷入增生楔中的物质还包括外来基底岩块、台地相岩块(浅水碳酸盐岩)及斜坡相岩块(陆源碎屑沉积岩)等。

区域研究表明,额尔齐斯—玛因鄂博增生楔中分布有基性和变质基性岩块体^[9-11]。据基性岩块地球化学研究,蛇绿混杂岩具 MROB 和 OIB 的过渡性质。为此确定了其物质来源具洋岛、岛弧性质;

卷入增生体中的火山岩具有洋岛火山岩、岛弧火山岩的特征^[12-14]。

1.1.2 构造

通过系统分析,将额尔齐斯河增生楔划分为 5 个增生体(图 2):第①—第③增生体中发育蛇绿岩残留,并以蛇绿岩底部断层为增生体的主边界断裂;第④增生体以碎屑岩为主,以变质分异石英脉十分发育为标志,表明该增生体是深部物质在俯冲过程中部分熔融分异的物质;第⑤增生体为细碎屑粉砂岩,以发育小型斜歪褶皱为特征。各楔形体呈无序状态,其间发育一系列逆冲断裂,构成由北向南逆冲的多级别的逆冲叠瓦构造。

基于 1:25 万富蕴县、青河县等区域地质调查成果,对扎河坝蛇绿构造混杂岩带和阿尔曼泰蛇绿构造混杂岩带进行了构造解剖^[5],表明它们是由高角度南倾断裂向北逆冲而构造就位的,为晚期发育在增生楔形体之上的反向逆冲构造。南侧增生体因石炭系楔顶盆地覆盖而出露较差,增生体与上叠盆地火山碎屑沉积体(D-C)构成了阿尔泰南缘复合推覆构造带。

总体上,各增生体之间以大型由北往南的逆冲断层接触^[15],断层北陡南缓,增生楔变形北强南弱,揭示了古生代西伯利亚板块南缘俯冲增生造山的过程。在增生楔的楔根部(北段)发育高角度韧性剪切带,内部发育以糜棱面的倾竖褶皱,为晚期额尔齐斯右行走滑变形的构造叠加。

1.1.3 时代

结合区域研究进展及火山岩年代学研究结果^[11,16-17],认为阿尔曼泰构造带与卡拉麦里构造

带之间晚古生代沉积体之下主体为早古生代增生杂岩带^[5],而增生楔构造就位晚于洋盆消减碰撞的时间。卡拉麦里地区 1:5 万地质调查发现晚泥盆世—早石炭世地层角度不整合于下一中泥盆统之上^[18];李锦轶等^[19]1989 年根据化石资料厘定的早石炭世中晚期陆间残余海相沉积物(南明水组)不整合覆盖在蛇绿岩之上,并认为洋盆于卡拉麦里地区最终闭合于早石炭世中期末^[20],代表了增生楔的最终就位时限。

1.1.4 成矿事实

阿尔泰南缘增生楔以发育糜棱岩带、大型逆冲断褶构造为主要特征,并叠加了晚期左行走滑构造。增生楔中由于深大断裂发育而提供众多中下地壳乃至上地幔的成矿流体通道,逆冲断裂及伴生的褶皱构造破碎带发育,这为造山型金、铜、铅锌等多金属矿的形成提供了有利条件。阿尔泰地区金矿众多,就是最好的佐证。侵位于增生楔中的中酸性斑岩体易形成斑岩型铜矿等多金属矿产,如哈腊苏斑岩型铜矿等。

1.2 南天山增生楔

天山造山带是典型的增生型造山带^[8,21-22]。以中天山北缘断裂带和南缘断裂带为界,西天山造山带传统上被划分为北、中、南 3 个二级构造单元。北天山古生代为洋陆演化阶段形成的岛弧和弧后(间)盆地,南天山为南天山洋在洋壳消减过程中形成的弧前增生楔。南天山增生楔主要包括伊利—中天山地块与塔里木地块碰撞造山过程中形成的蛇绿岩残块^[23]、南天山洋中的洋岛、海山等残留体^[24]。典型的增生楔发育于独库公路一带(图 3)。

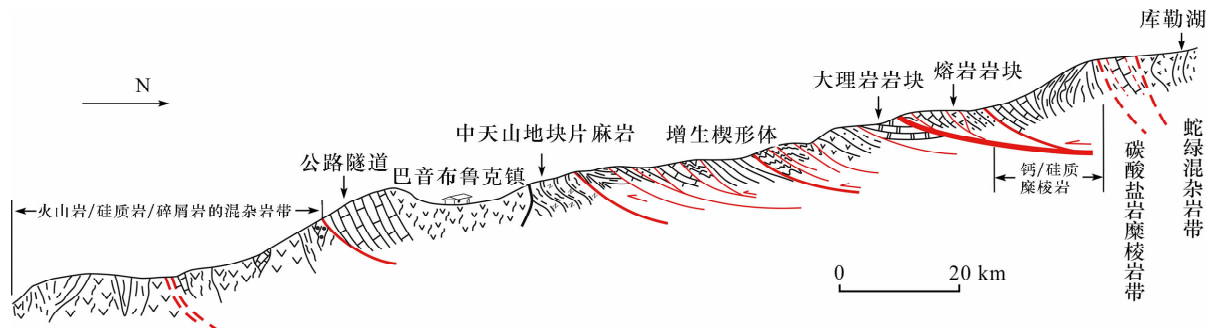


图 3 南天山增生楔剖面结构示意图

Fig. 3 Structural profile of the southern Tianshan Mountains accretionary wedge

1.2.1 物质组成

独库公路大龙池库勒湖一带发育的增生体以

含蛇绿岩残块为主要特征,其南侧增生体主要由硅质岩、火山岩、碎屑岩等复杂组分构成(图 3)。南

部小龙池附近发育的增生体含红色硅质岩和火山岩、凝灰岩,总体表现出由凝灰岩、火山岩、灰岩、碎屑岩等组成的一系列次级增生体构成。

南天山造山带北部,即中天山南缘断裂中哈尔克山北坡,现划分的志留系也为一个典型的增生杂岩体。增生体中块状灰岩具有古海山的构造属性^[24],南天山北部奥陶纪、晚志留世火山岩具有岛弧岩浆岩的特征^[25-26]。区域上,巴音布鲁克志留纪火山岩 LREE 和 LILE 强烈富集,而 HFSE 明显亏损(尤其出现明显的 Ta、Nb 的负异常),这一特征与洋壳俯冲-消减作用有关。

1.2.2 构造

南天山增生楔总体表现为一系列由北向南的逆冲推覆构造,各增生体内部表现出不同程度的变形特征,并显示由北向南变弱的规律。西南天山地区 1:5 万区域地质调查表明,推覆体中卷入了泥盆系巨厚灰岩及石炭系陆表海碎屑岩地层,可能为二叠纪碰撞闭合事件使得南天山构造带成为一个叠加在早期增生楔杂岩带之上的一个多期复合的逆冲推覆构造带,总体反映了古生代塔里木板块北缘俯冲增生造山的过程。

南天山构造带于晚二叠世一早三叠世发生走滑构造^[27]。增生楔形体南侧逆冲推覆到新生代地层之上,表明其晚期持续活动的构造特征。

1.2.3 时代

南天山库勒湖分布的蛇绿岩年龄为 (425 ± 8) Ma^[28],辉长岩年龄为 (418.2 ± 2.6) Ma^[29],说明该地区的蛇绿岩所记录的洋盆形成时限应早于晚志留世;区域上火山岩资料表明^[25,26],南天山洋盆于晚志留世已发生俯冲-消减作用。

拉尔敦大坂地区挤压构造年代为 368.6 Ma,局部表现为对冲构造模式;南天山黑云石英片岩中黑云母 Ar-Ar 高温坪年龄为 370 Ma^[27],表明区域由南向北的逆冲构造发生在晚泥盆世;中温坪年龄为 259 Ma^[30]、独库公路闪长岩斜长石中温坪年龄为 258 Ma^[31],表明天山构造带逆冲推覆构造作用主要发生于晚二叠世之前,后期可能转为以走滑构造为主。古生物学研究表明,南天山洋在晚二叠世之前是一个具有隔离植物群联系的大型洋盆^[32-33]。这些资料揭示了南天山洋晚二叠世基本闭合,增生楔基本形成,之后的碰撞造山作用使其进一步改造就位。

1.2.4 成矿事实

已有成果显示,南天山成矿带在加里东期至海西中期以形成沉积变质铁矿为主,海西中晚期为多金属成矿期。加里东期岩浆作用以花岗岩-流纹岩组合为主,常形成接触交代型铁铜矿、斑岩型铜钼矿床、次火山岩型铅锌矿及火山岩型铁矿。海西中期花岗闪长岩-英安岩、花岗岩-流纹岩类分布最为广泛,其次为闪长岩-安山岩及基性岩-玄武岩类,不同期次的岩浆作用具有不同的成矿特征,表现为:①与花岗闪长岩-英安岩有关的接触交代型铁矿(阿拉塔格铁矿)、铜多金属矿(东图津多金属矿)和火山岩型铁矿(雅满苏铁矿);②与花岗岩-流纹岩类有关的热液型铁矿(尖山铁矿)、铜钼矿(肯登高尔铜钼矿)、石英脉型金矿(星星峡-金窝子金矿)和斑岩型铜多金属矿床(托云布拉克和公婆泉铜多金属矿);③与闪长岩-安山岩类有关的热液型(索索井铁矿)和火山岩型铁矿(式可台铁矿);④与基性岩-玄武岩类有关的热液型铜矿(西地铜矿)、岩浆型铁矿(锅底山铁矿)和火山岩型铁矿(查岗诺尔铁矿)。

1.3 东昆南增生楔

东昆仑发育鸭子泉蛇绿岩、乌妥蛇绿岩、清水泉蛇绿岩、阿尼玛卿蛇绿岩等多条蛇绿岩带^[34-37],并具有由北向南时代依次变新的规律,发育的花岗岩也具有同样的规律。这些特征表明东昆仑造山带具有明显的增生造山的特征^[8]。近年来,1:25 万区域地质调查工作的开展,对昆仑造山带的空间结构、构造属性及造山机制等方面的认识取得诸多进展。李荣社等^[38]将东昆仑划分为北部早古生代弧后盆地、昆中早古生代岩浆弧、昆南弧前复理石增生楔杂岩带,认为昆南构造带是南侧特提斯洋向北持续俯冲过程中形成的增生楔形体。

1.3.1 物质组成

东昆南增生杂岩带是不同时期、不同构造环境的物质经历裂解、俯冲、拼贴等复杂过程而最终就位的,增生楔呈近 EW 向断续残留,物质组成沿构造带变化大、空间差异明显。野外对东昆仑南部增生杂岩带进行的物质组成及构造解剖^[39-40]表明,南昆仑增生楔主要卷入了前寒武纪地质体、早古生代及部分晚古生代地质体。

小南川构造剖面(图 4)显示增生体中极发育高角度南倾的构造片理、向北逆冲的韧性断层及走滑型韧性剪切带,为晚期构造对先期构造进一步改

1.3.3 成矿事实

南昆仑增生楔中岩浆活动剧烈、发育诸多韧性剪切断层,是斑岩型铜矿、蚀变带型金矿、韧性剪切带型金矿等诸多金属矿种的有力成矿地段。近年来的区域地质(矿产)调查成果显示,东昆仑造山带石炭—三叠纪成矿作用强烈,为区域主要成矿高峰期之一。

石炭纪为成矿的起始阶段,成矿规模较小。成因主要为(火山)热液型或(火山)沉积型,均与早石炭世杂多群火山—沉积作用有关,成矿主要出现在沱沱河—囊谦成矿带,如莫海拉亨铅锌矿等。二叠纪成矿规模较大,分布较广,以铜、铅、锌、铁、汞矿为主。金属矿产的成因类型包括海相火山岩型、(火山)热液型或(火山)沉积型、沉积型、接触交代型、岩浆型。主要成因类型为海相火山岩型和(火山)热液型或(火山)沉积型。海相火山岩型矿床以西秦岭成矿带西段的铜峪沟大型铜矿、赛什塘中型铜矿为代表,(火山)热液型或(火山)沉积型矿床以沱沱河—囊谦成矿带的多才玛大型铅锌矿、东莫扎抓大型铅锌矿为代表。三叠纪成矿矿种更丰富,是区域金成矿的鼎盛时期,金属矿产的成因类型包括斑岩型、构造蚀变岩型、接触交代型、陆相火山岩型、热液型、岩浆型、沉积型、海相火山岩型。主要矿种包括金、铅、锌、铜(钼)、铁(钴多金属)、汞、锡、铋、银等,代表性矿床有东昆仑成矿带的四角羊—牛苦头大型铅锌矿、虎头崖中型铅锌矿、维宝中型铅锌矿以及尕林格中型铁矿。

2 展望与思考

由于增生造山带内地层的无序性,物质组成沿构造带变化大、空间差异明显,因而在构造混杂岩带进行大比例尺地质填图对增生楔的识别具有重要意义^[49],更是研究其物质组成、结构—构造的基础。

通过对典型增生楔(杂岩带)的剖析和对其空间展布、结构—构造的认识表明,这些增生楔在空间分布特征(窄带、断续)、剖面结构及构造期次(早期逆冲晚期走滑)等方面都具有诸多相同之处,这为未知的、新的增生楔的识别提供了更多信息。

另一方面,一些解释模型也被提出,如蛇绿岩俯冲刮削拼贴式、俯冲折返拼贴式、仰冲推覆式^[50]等。笔者认为,增生楔中的结构能够比较全面地反映俯冲—碰撞过程中不同构造阶段挤压体制下物质纵向和横向逃逸的差别。不同增生楔具有诸如物质组成、构造阶段、变形样式、构造极性等方面的共性。因此,进一步开展构造混杂岩带大比例尺填图工作,同时对其物质组成、结构—构造进行深入剖析,不仅可能为寻找增生楔的构造共性提供依据,更能为增生型造山带关键地区的构造过程、找矿背景等方面提供有力的技术支撑。

参考文献:

- [1] 李荣社,计文化,何世平,等.中国西部古亚洲与特提斯两大构造域划分问题讨论[J].新疆地质,2011,29(3):247-250.
- [2] 哈因 V E.大地构造学和地球动力学现代问题:从板块构造学到全球动力学[J].长春地质学院学报,1996,26(4):361-367.
- [3] 潘桂棠,王立全,尹福光,等.从多岛弧盆系研究实践看板块构造登陆的魅力[J].地质通报,2004,23(9/10):933-939.
- [4] 李荣社,徐学义,计文化.对中国西部造山带地质研究若干问题的思考[J].地质通报,2008,27(12):2020-2025.
- [5] 李荣社,计文化,校培喜,等.北疆区域地质调查阶段性成果与新认识[J].新疆地质,2012,30(3):253-257.
- [6] Sengor A M C. The palaeo-tethyan suture: A line of demarcation between two fundamentally different architectural styles in the structure of Asia[J]. Island Arc,1992,1(1):78-91.
- [7] 李继亮,孙枢,郝杰,等.论碰撞造山带的分类[J].地质科学,1999,34(2):129-138.
- [8] 李继亮.增生型造山带的基本特征[J].地质通报,2004,23(9/10):947-951.
- [9] 黄萱,金成伟,孙宝山,等.新疆阿尔曼泰蛇绿岩时代的 Nd-Sr 同位素地质研究[J].岩石学报,1997,13(1):85-91.
- [10] 何国琦,李茂松,贾进斗,等.论新疆东准噶尔蛇绿岩的时代及其意义[J].北京大学学报:自然科学版,2001,37(6):852-858.
- [11] 肖文交, Windley B F, 阎全人,等.北疆地区阿尔曼泰蛇绿岩锆石 SHRIMP 年龄及其大地构造意义[J].地质学报,2006,80(1):32-37.
- [12] 杨梅珍,吴宏恩,杨高学.东准噶尔卡拉麦里 SSZ 型蛇绿岩地球化学及其构造意义[J].岩石矿物学杂志,2009,28(3):251-263.
- [13] 汪帮耀,姜常义.西天山查岗诺尔铁矿区石炭纪火山岩地球化学特征及岩石成因[J].地质科技情报,2011,30(6):18-27.
- [14] 陈新蔚,李晓燕.东准噶尔卡拉麦里 SSZ 型蛇绿岩地球化学

- 及其构造意义[J]. 新疆有色金属, 2013, 36(2): 21–25.
- [15] 木合塔尔·扎日, 陈斌. 阿尔泰造山带的消减-增生楔结构及动力学研究[M]. 北京: 地质出版社, 2012: 55–94.
- [16] Zhang Z C, Mao J W, Cai J H, et al. Geochemistry of picrites and associated lavas of a Devonian island arc in the Northern Junggar terrane Xinjiang (NW China): Implications for petrogenesis, arc mantle sources and tectonic setting[J]. *Lithos*, 2008, 105(314): 379–395.
- [17] 张元元, 郭召杰. 准噶尔北部蛇绿岩形成时限新证据及其东、西准噶尔蛇绿岩的对比研究[J]. 岩石学报, 2009, 26(2): 421–430.
- [18] 王富明, 廖群安, 樊光明, 等. 新疆卡拉麦里上-中泥盆统间角度不整合和 346.8 Ma 后碰撞火山岩的意义[J]. 地球科学: 中国地质大学学报, 2014, 39(9): 1243–1257.
- [19] 李锦铁, 朱宝清, 冯益民. 南明水组 and 蛇绿岩之间不整合关系的确认及其意义[J]. 中国区域地质, 1989(3): 250–255.
- [20] 李锦铁, 肖序常, 汤耀庆, 等. 新疆东准噶尔卡拉麦里地区晚古生代板块构造的基本特征[J]. 地质论评, 1990, 36(4): 305–316.
- [21] 高俊, 钱青, 龙灵利, 等. 西天山的增生造山过程[J]. 地质通报, 2009, 28(12): 1804–1816.
- [22] 朱志新, 李锦铁, 董莲慧, 等. 新疆南天山构造格架及构造演化[J]. 地质通报, 2009, 28(12): 1863–1870.
- [23] 李曰俊, 杨海军, 赵岩, 等. 南天山区域大地构造与演化[J]. 大地构造与成矿学, 2009, 33(1): 94–104.
- [24] 李锦铁, 何国琦, 徐新, 等. 新疆北部及邻区地壳构造格架及其形成过程的初步探讨[J]. 地质学报, 2006, 80(1): 148–168.
- [25] 舒良树, 卢华夏, 印栋豪, 等. 中、南天山古生代增生-碰撞事件和变形运动学研究[J]. 南京大学学报: 自然科学, 2003, 39(1): 17–30.
- [26] 马中平, 夏林圻, 徐学义, 等. 南天山北部巴音布鲁克早古生代火成岩的地球化学特征与岩石成因[J]. 岩石学报, 2008, 24(10): 2289–2300.
- [27] 高俊, 何国琦, 李茂松. 西天山造山带的构造变形特征研究[J]. 地球学报, 1997, 18(1): 1–9.
- [28] 龙灵利, 高俊, 熊贤明, 等. 南天山库勒湖蛇绿岩地球化学特征及其年龄[J]. 岩石学报, 2006, 22(1): 65–73.
- [29] 马中平, 夏林圻, 徐学义, 等. 南天山库勒湖蛇绿岩锆石年龄及其地质意义[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2007, 37(1): 107–110.
- [30] 蔡东升, 卢华夏, 贾东, 等. 南天山古生代板块构造演化[J]. 地质论评, 1995, 41(5): 432–443.
- [31] 高俊, 何国琦, 李茂松, 等. 新疆南天山大地构造研究新进展[J]. 中国区域地质, 1996(1): 58–63.
- [32] Hao J, Li Y J, Liu X H. Cathaysia land and paleotethys [J]. *Mem Lithoph Tect Evol Res*, 1992(1): 56–61.
- [33] 郝杰, 刘小汉. 南天山蛇绿混杂岩形成时代及大地构造意义[J]. 地质科学, 1993, 28(1): 93–95.
- [34] 杨金中, 沈远超, 李光明, 等. 新疆东昆仑鸭子泉蛇绿岩的基本特征及其大地构造意义[J]. 现代地质, 1999, 13(3): 309–314.
- [35] 朱云海, 张克信. 东昆仑造山带不同蛇绿岩带的厘定及其构造意义[J]. 地球科学: 中国地质大学学报, 1999, 24(2): 134–138.
- [36] 高延林, 吴向农, 左国朝. 东昆仑山清水泉蛇绿岩特征及其大地构造意义[J]. 中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊, 1988(21): 17–28.
- [37] 刘战庆, 裴先治, 李瑞保, 等. 东昆仑南缘阿尼玛卿构造带布青山地区两期蛇绿岩的 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年及其构造意义[J]. 地质学报, 2011, 85(2): 185–194.
- [38] 李荣社, 计文化, 赵振明, 等. 昆仑早古生代造山带研究进展[J]. 地质通报, 2007, 26(4): 373–382.
- [39] 张海迪, 李荣社, 计文化, 等. 青海省格尔木市小南川地区昆南构造混杂岩带的物质组成、LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄及其地质意义[J]. 地质通报, 2012, 31(1): 38–49.
- [40] 查显锋, 计文化, 张海迪, 等. 青海中部昆南增生杂岩带变形分期及构造过程[J]. 地质通报, 2012, 31(12): 2015–2024.
- [41] 王国灿, 陈能松, 朱云海, 等. 东昆仑东段昆中构造带晚加里东期逆冲型韧性剪切变形的年代学证据及其意义[J]. 地质学报, 2003, 77(3): 432.
- [42] 许志琴, 李海兵, 杨经绥, 等. 东昆仑山南缘大型转换挤压构造带和斜向俯冲作用[J]. 地质学报, 2001, 75(2): 156–164.
- [43] 范丽琨, 蔡岩萍, 梁海川, 等. 东昆仑地质构造及地球动力学演化特征[J]. 地质调查与研究, 2009, 33(3): 181–186.
- [44] 陈能松, 何蕾, 孙敏, 等. 东昆仑造山带早古生代变质峰期和逆冲构造变形年代的精确限定[J]. 科学通报, 2002, 47(8): 628–631.
- [45] 梁斌, 王国灿, 张克信. 东昆仑中部构造混杂岩带右行走滑韧性剪切变形特征[J]. 中国区域地质, 2001, 20(1): 46–51, 57.
- [46] Liu Y J, Genser J, Neubauer F, et al. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ mineral ages from basement rocks in the Eastern Kunlun Mountains, NW China, and their tectonic implications[J]. *Tectonophysics*, 2005, 398(314): 199–224.
- [47] 杨经绥, 许志琴, 李海兵, 等. 东昆仑阿尼玛卿地区古特提斯火山作用和板块构造体系[J]. 岩石矿物学杂志, 2005, 24(5): 369–380.
- [48] 许志琴, 戚学祥, 杨经绥, 等. 西昆仑康西瓦初性走滑剪切带的两类剪切指向、形成时限及其构造意义[J]. 地质通报, 2007, 26(10): 1252–1261.
- [49] 肖文交, 周辉, Windle B F, 等. 西昆仑造山带复式增生楔的构造特征与演化[J]. 新疆地质, 2003, 21(1): 31–36.
- [50] 朱云海, 潘元明, 张克信, 等. 蛇绿岩就位机制研究[J]. 地质科技情报, 2000, 19(1): 16–18.

Recognition and confirmation of paleozoic accretionary wedges
in Subducted orogenic zone, Northwest China

LI Rongshe¹, CHEN Junlu¹, MA Zhongping¹, XU Xueyi², ZHA Xianfeng¹,
BAI Jianke¹, SHI Chao¹, ZHANG Haidi¹

(1. Xi'an Center of Geological Survey, China Geological Survey, Xi'an 710054, China;

2. Chengdu Center of Geological Survey, China Geological Survey, Chengdu 610081, China)

Abstract: The northwest China is located at the superimposed tectonic domain of the Tethyan belt and the Paleo-Asian Ocean. This superimposed tectonic setting and composite structure result in favorable metallogenic conditions of polymetallic ore deposits. In order to promote the prospecting breakthrough and strategic action, the China Geological Survey deployed a number of 1:50 000, 1:250 000 regional geological survey and basic geological studying projects in northwest China. These projects achieve a number of discoveries and progress which are helpful to understand the metallogenic conditions. Considerable scale subduction-accretionary wedges with favorable metallogenic conditions are recognized and confirmed, especially in the southern margin of Altai region, the South Tianshan Mountains and South Kunlun. These accretionary wedges are subzone of orogenic zone, which are the most favorable areas for porphyry copper deposits and fault-altered rock type gold polymetallic deposits. Further research on the structure, magmatic activity and spatial distribution of the accretion orogenic zone will provide strong technical support for prospecting breakthrough.

Key words: plate subduction; ophiolite; accretionary wedge; melange

(责任编辑: 刁淑娟)