

# 大地构造相在东昆仑造山带地质填图中的应用

张克信,朱云海,殷鸿福,王国灿,陈能松,侯光久

中国地质大学地球科学学院,湖北武汉 430074

**摘要:** 不同的造山带是由不同的大地构造相单元组合而成,大地构造相的划分揭示了造山带的基本框架和形成演化的规律.在对东昆仑造山带1:25万冬给措纳湖幅地质填图中,以时间演化和大地构造背景为主线,根据不同演化阶段、不同部位出现的构造古地理单元、盆地类型和物质建造类型,对填图区大地构造相进行了较精细深入划分,共划分出七大相类、21种相,如扩张洋脊相、分支(扩张)海槽相、碳酸盐岩海山相、碳酸盐岩台地相、深海平原相、大陆碎块相、前陆盆地相和磨拉石盆地相等,编制了1:25万冬给措纳湖幅大地构造相图和造山作用过程与大地构造相演变图.大地构造相在地质填图中的应用进一步深化了造山带填图中的地层单元空间配置关系和盆地沉积充填序列的研究,较全面细致地揭示了东昆仑造山带东段造山带形成、物质组成及演化过程.

**关键词:** 大地构造相;造山带;东昆仑;地质填图.

中图分类号: P54

文章编号: 1000-2383(2004)06-0661-06

收稿日期: 2004-08-26

## Application of Tectonic Facies in Geological Mapping in East Kunlun Orogenic Belt

ZHANG Ke-xin, ZHU Yun-hai, YIN Hong-fu, WANG Guo-can, CHEN Neng-song, HOU Guang-jiu

*Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China*

**Abstract:** Different orogenic belts are composed of different tectonic facies units. The division of tectonic facies reveals the basin skeleton and the evolution rules of an orogenic belt. In 1:250 000 geological mapping of the Donggi Conag Hu area in the East Kunlun orogenic belt, considering the timing evolution and tectonic setting as the main clues, and according to the tectono-paleogeography, basin type and matter construction type in different evolution stages, we divide the tectonic facies into seven big facies including 21 small facies, such as extensional oceanic ridge facies, offset (extensional) trough facies, carbonate seamount facies, carbonate platform facies, abyssal plain facies, continental sliver facies, foreland basin facies, molasses basin facies and so on. From this research we have produced a 1:250 000 tectonic facies diagram of the Donggi Conag Hu area, and diagrams which display the orogenic processes and tectonic facies evolution. The application of tectonic facies in geological mapping deepens the study of the spatial relation of strata units and basin filling sequences during orogenic mapping, and we reveal the forming, substance composition and evolution processes of orogenic belts in the east part of the East Kunlun orogenic belt in detail.

**Key words:** tectonic facies; orogenic belt; East Kunlun area; geological mapping.

对具有复杂演化历史的造山带,由于其漫长造山历程中物质流、能量流的多次重组演变,呈现在我们面前的是一幅纷繁复杂、似乎杂乱无章的物质混

合场.特别是中国大陆的形成、演化又具有独特的过程;多旋回、多岛洋、软碰撞(殷鸿福等,1998; Yin, *et al.*, 2004)的特点.因此,正确认识造山带的形

基金项目:高等学校全国优秀博士学位论文作者专项资金项目(No. 200228);国土资源部“东昆仑地区1:25万冬给措纳湖幅区域地质调查”项目(No. 19961300010121).

作者简介:张克信(1954—),男,教授,博士生导师,1982年毕业于北京大学,主要从事生物地层、层序地层、造山带地层和地质填图的研究和教学工作. E-mail: kxzhang@public. wh. hb. cn

成、演化往往是一个较为复杂的过程。但纷繁复杂的造山带并非杂乱无章、毫无规律可循的,如果透过其复杂的外表抓住其本质,就会对复杂的造山带形成、演化有一个正确的认识。大地构造相在一定程度上揭示了造山带形成演化的规律,不同的造山带就是由不同的大地构造相单元组合而成。许靖华认为绝大多数造山带均为弧后盆地消减、碰撞造山形成,并导致造山带产生日尔曼、摄尔特和类特大地构造相(Hsu, 1991);如果不止一个弧后盆地的碰撞,则可产生多个日尔曼、摄尔特和类特大地构造相;一般来说它们相互间是有次序分布的。应用大地构造相分析造山带的结构与演化,就是对造山带进行比较解剖。应用大地构造相研究造山带结构、演化可表现在两个方面:一方面对研究程度较低的造山带可以在一个较短的时间内对其作出较为正确的结论。中国为数众多的造山带分布在交通条件不便、自然地理环境十分恶劣的西部,其研究程度较低,如昆仑造山带、喜马拉雅造山带等。碰撞造山带中最易识别、同时也是最为重要的 3 个大地构造相单元是俯冲—碰撞消减增生蛇绿杂岩、前陆复理石磨拉石建造和陆缘岩浆弧带,找到这 3 个单元后,就可以依照碰撞造山带的模式去重塑造山带的整体格局;另一方面对研究程度较高的造山带,运用大地构造相可以解释观察到的复杂现象和弥补缺失的地质记录。每一个大地构造相类都具有不同的成生时代和环境,弄清了造山带的大地构造相就能够对造山带中出现的复杂地质情况和造山带演化细节作出合理的解释。由于大地构造相给出了一个组成造山带的基本“蓝图”(许靖华等, 1998),因此即使造山带的某些部分由于掩埋、剥蚀或断层等原因不一定能找到,即使一些现象早已不复存在,但掌握了“蓝图”知识,仍然能够判断已消失的东西曾经存在过。

大地构造相的提出使人们加深了对非史密斯地层的认识(张克信等, 1997):在空间概念上非史密斯地层是形成于不同的大地构造环境,但经过了构造移置和构造混杂的地层。从大地构造相分析角度看,用非史密斯地层单位岩片和超岩片进行造山带混杂岩填图,并不意味着简单地按岩性划分岩片,再把“类似的”岩片归并为超岩片,而是首先要从时序和相序调查入手进行深入分析(张克信等, 2001),显然大地构造相为其提供了分析的“纲”。从本质上讲,造山带非史密斯化的过程就是其大地构造相的混杂过程。因此,在大地构造相“蓝图”知识下,可以较快、较

准确地厘定不同期、不同相、不同变形样式和不同变质历程的构造岩片、超岩片,并将其合理地填绘在地质图上。

## 1 地质填图中的大地构造相划分原则

笔者在东昆仑造山带 1 : 250 000 地质填图的实际应用中,认为许靖华的大地构造相(Hsu, 1991;许靖华等, 1998)划分较为粗略,Robertson (1994)的划分较为详细,但他划分的一些相是据对现代全球大地构造环境的观察而识别出来的,某些大地构造相相对古大陆造山带可能不适用,其划分的大地构造相类还有待在研究大陆造山带的过程中完善和补充。一个造山过程一般包含了离散、汇聚、碰撞、走滑等过程,在每一个过程中会形成相应的大地构造相单元,Robertson 的划分与造山作用的每个阶段相对应,因而较易划分出不同的大地构造相类来,也容易将它们归为不同的造山阶段,可以在填图的较早阶段认识造山带形成演化的一般规律,对进一步的研究具有指导意义。在对东昆仑造山带海西期主造山旋回的研究中,我们划分出扩张洋脊相、大洋海山相、碳酸盐岩台地相(含生物礁相)(Wang *et al.*, 1998)、深海平原相(Zhang *et al.*, 2000)、大陆碎块相、前陆盆地相等,加深了对东昆仑造山带碰撞前多岛洋的构造古地理格局认识,以及造山过程和时限的基本轮廓。应该看到,不论是许靖华还是Robertson的大地构造相的划分和研究都是针对威尔逊旋回的造山带,而中国的造山带往往具有非威尔逊旋回(多岛洋、软碰撞、多旋回)的特点(殷鸿福等, 1998),通过在填图实践中对前人所提出的大地构造相划分方案的应用和仔细推敲,本文认为,在造山带的中比例尺填图中,对大地构造相的应用可按下列原则进行:(1)中比例尺 1 : 250 000 地质填图中,原则上可采纳 Robertson 的划分方案,若采纳许氏方案,在一幅 1 : 250 000 地质图中可能仅出现 2~3 个相,使其过分简单化,达不到深入调查的目的。按 Robertson 方案,一幅 1 : 250 000 地质图中一般可划分出 10~20 个相,可达到深入剖析造山带组成、结构和演化历程之目的。但应具体造山带具体对待,不可全盘照搬。(2)在划分中,应以造山带演化不同阶段、不同部位出现的构造古地理单元和物质建造为主线,改造应予适当考虑。如扩张洋脊、弧前盆地、前陆盆地等大地构造相强调了构造古地理单





表 1 造山带区 1: 250 000 区域地质调查大地构造相划分及其特征简述

Table 1 Division of tectonic facies and their characteristics in orogenic belt

大地构造环境	大地构造相类	大地构造相	特征简述
离散大地构造环境	裂谷 RF	陆内裂谷 Itr	指断陷拉张作用仅仅限于在陆壳内进行的分裂阶段。建造类型以陆相火山沉积建造和大陆玄武岩建造和复陆屑建造为特征
		陆间裂谷 Icr	指大陆裂谷作用已经发展到陆块分裂阶段。裂谷底部出现较热的原始大洋壳物质,裂谷内沉积一直受两侧陆块和底部地幔热流的直接影响,形成类似洋壳的碱性橄辉玄武岩建造
		边缘裂谷 Mr	常为被动大陆边缘发育的前身,即大陆块边缘陆壳的张裂阶段。沉积建造以复陆屑建造为主,随着裂谷作用进一步发展,陆内边缘裂谷演化为洋内裂谷,作为扩张中心的大洋裂谷逐渐远离大陆边缘,并演化为发育完好的被动大陆边缘
		败育裂谷 Fr	又称拗拉槽(Aulacogen)、裂陷海槽,是横切陆壳边缘(克拉通、地台),具有凹形湾并延伸到克拉通内部很深的狭窄海槽。裂谷盆地内发育扩张失败的向上变浅的沉积序列,发育有深水浊流和重力滑塌沉积物,可厚达千米,偶见碱性玄武岩
		被动陆缘 PM	陆棚 Csh
	陆坡 Clh		以半深海浊积岩、碎屑流、滑塌建造为主(Bailey <i>et al.</i> , 1989)
	陆隆 Cr		半深海—深海浊积扇、等深积岩建造为主
	陆缘基底 Eb		被动陆缘较年青沉积盖层之下的古老陆壳结晶基底岩系
	大陆碎片 Cf		裂解离散于洋盆中的大陆壳碎片,碎片自身由较老陆壳基底岩系构成,上覆着碳酸盐台地或海山单元,或为远洋硅泥质沉积物,侧向上过渡到大洋壳
	洋盆 OB	大洋岛弧 Oa	玄武岩和玄武安山岩巨厚堆积;寄生火山,多粒级喷出岩和火山碎屑岩,凝灰岩,局部被快速下降的碳酸盐岩台地单元所覆盖;顶部为非碳酸盐岩沉积物;边缘为坡麓堆积(Yin, 2004)
海山 Sm		基底由大陆碎片的古老基底或洋岛型玄武岩构成,其上为巨厚的碳酸盐岩台地,夹凝缩沉积的远洋物质。局部含锰结核或 Fe/Mn 沉积	
分支(扩张)海槽 Bt		盆地显示张裂和断陷特征,底部显示热控隆升(地幔格或更短期的地幔上涌);到一定阶段出现原始大洋壳物质。其内充填浊流、碎屑流、深海碳酸盐、远洋硅泥质沉积或火山碎屑岩	
深海平原 Ap		侧向连续的深海远洋和半远洋硅、泥质沉积物,放射岩,硅质骨针岩等,是在 CCD 之下的产物	
扩张洋脊 Sr		MOR 型蛇绿岩,底部含金属沉积物,展露深成岩的张性断裂作用,在缓慢扩张和洋脊裂张过程中伴随蛇纹大理岩,上覆远洋碳酸盐岩、硅泥质沉积物	
汇聚大地构造环境	活动陆缘 AM	消减杂岩 Sm	巨厚深海蛇绿混杂单元,常具有从洋壳上剥裂而来的蛇绿岩岩片(Yumul, 1996),海山岩片、火山岛弧岩片和大陆碎片岩片等。加积增生单元在时代上显示出老的在上、新的在下,具浓厚的构造混杂色彩(Silver and Beutner, 1980)
汇聚大地构造环境	活动陆缘 AM	弧前盆地 Fb	位于岛弧—海沟间。基底是陆壳或大陆性过渡壳,或跨覆在岩浆弧与俯冲杂岩、残留洋壳之上。底部常见大洋拉斑或岛弧拉斑玄武岩以及深成辉长岩,盆地内侧因岩浆的火山活动而出现岛弧拉斑或钙碱质熔岩流,以及火山碎屑岩、凝灰岩、复理石建造等
		弧间盆地 Ib	位于岩浆弧之间的盆地,常见枕状玄武岩,类似于洋脊拉斑玄武岩,与海底扩张有关,被认为是从弧后盆地转化而来。与弧后盆地不同的是部分玄武岩具有岛弧系列玄武岩的成分特征
		弧后盆地 Rb	位于大陆与残弧之间,以大洋型地壳基底为特征。弧后盆地与弧间盆地在本质上没多大区别,其岩浆作用以类似于洋中脊的低钾拉斑玄武岩系为典型特征。主要被火山碎屑浊积岩所充填
		陆缘岩浆弧 Ma	随俯冲作用的发生与演化,岛弧经历不成熟→半成熟→成熟的演化过程。不成熟岛弧地壳薄且为铁镁质,是一种大洋型地壳;成熟岛弧的地壳则厚且相对偏长英质,为大陆型地壳。大陆边缘岛弧具大陆型地壳,与成熟岛弧大陆地壳类似或更厚。随着岛弧演化,火山岩的平均成分逐渐向长英质和高钾方向演化,火山岩逐渐由拉斑系列为主演化为钙碱系列为主。随着岛弧进一步演化,花岗质岩开始产出并比例增加
		碳酸盐岩台地 Cp	在活动陆缘边缘海盆内可发育大小不等的碳酸盐台地或生物礁体,如现代南海南沙群岛、台湾与日本之间的琉球群岛等
前陆盆地 FB	活动大陆边缘的洋壳板块向下俯冲并发生造山褶皱隆起时,大陆壳前缘表面发生下陷,从而形成俯冲后期的前陆盆地。一般前陆盆地早期为复理石建造,晚期为磨拉石建造		
磨拉石盆地 MB	为前陆盆地成熟阶段,随着挤压和造山作用的不断进行,由于造山带负荷及沉积负载的影响,前陆盆地进一步下沉接受造山后的沉积充填物,这就是磨拉石盆地阶段。磨拉石建造的物质传输系统是活动边缘造山带的风化剥蚀物质经过山系网经短程搬运卸载到冲断造山带前陆挠曲盆地内,因此,磨拉石建造的物源为造山再旋回类型。前陆磨拉石沉积包括从陆相到海相的一系列沉积体系,如冲积扇砾岩、辫状河流、泥石流、片状流、平原蛇曲河流、沼泽、泛滥平原、三角洲、海湾、潮坪、陆棚浅海相等		
走滑大地构造环境	走滑盆地 SB	是与造山带重要的走向滑动相伴的盆地。它可以发育在大陆内与大洋内转换带、离散型板块边界和拉张大陆环境,聚敛型板块边界和拉压环境等大地构造部位。走滑盆地的最典型特征是其平面几何形态常呈菱形,如菱形拉分盆地。典型走滑盆地一般是狭窄的,同一盆地在短期内(数千年至数百万年)可能交替经受拉张或缩短作用	

的演化及古海洋再造的研究是造山带沉积地质学研究的一项重要方面,由于其强烈的变形、变位使得确定各沉积环境原来的地理位置较为困难,以往的研究多集中在生物古地理、古地磁、沉积相和构造地质(主要估算其缩短量)的基础之上。大地构造相研究的引入对古海洋的再造具有一定的帮助,因为不同的大地构造相有不同的沉积相及相序,就能确定沉积环境的大地构造背景、大洋的性质,进而恢复不同沉积环境下形成的物质的相对位序,有利于造山带原型盆地的复原。

### 3 地质填图中的大地构造相应用实例

图 1,2 是对东昆仑造山带东段 1:25 万冬给措纳湖幅各大地构造单元各岩类区(沉积岩区、岩浆岩区、变质岩区和混杂岩区)进行剖面详细测制研究、点上深入解剖和面上详细填图的基础上编制而成的冬给措纳湖地区大地构造相图和造山作用过程与大地构造相演变图。

参加野外工作的还有王永标、张志、黄继春、田军、朱杰、梁斌、张天平、拜永山等,在此深致谢意!

### References

Bailey, R. H., Skehan, J. W., Dreier, R. B., et al., 1989. Olistostromes of the Avalonian terrane of south-eastern New England. In: Horton, J. W. Jr., ed., *Melanges and olistostromes of the U. S. Appalachians*, *Geological Society of America Special Paper*, 228: 93—112.

Hsu, K. J., 1991. The concept of tectonic facies. *Bulletin of Technique University Istanbul*, 44(1—2): 25—42.

Hsu, K. J., Sun S., Wang Q. C., et al., 1998. Tectonic facies map of China(1:4 000 000). Science Press, Beijing (in Chinese and English).

Robertson, A. H. F., 1994. Role of the tectonic facies concept in orogenic analysis and its application to Tethys in the eastern Mediterranean region. *Earth Science Reviews*, (37): 139—213.

Silver, E. A., Beutner, E. C., 1980. Melanges. *Geology*, 8: 32—34.

Wang, N. W., Guo, X. P., Liu, Y., 1994. Brief introduction on non-Smith stratigraphy. *Geological Review*, 40(5): 1—482 (in Chinese with English abstract).

Wang, Y. B., Zhang, K. X., Gong, Y. M., et al., 1998. The discovery of Early Permian reef belt in east Kunlun and

its significance. *Chinese Science Bulletin*, 43(11): 947—950.

- Yin, H. F., Zhang, K. X., Wang, G. C., et al., 1998. Non-Walson cycle and non-Smith method: Theory and method in studying China orogenic belts. *Regional Geology of China*, (Suppl.): 1—9 (in Chinese).
- Yin, H. F., Zhang, K. X., Feng, Q. L., 2004. The archipelagic ocean system of eastern Eurasian Tethys. *Acta Geologica Sinica*, 78(1): 230—236.
- Yumul, G. P., 1996. Varying mantle sources of supra-subduction zone ophiolite; REE evidence from the Zambales ophiolite complex, Luzon, Philippines. *Tectonophysics*, 262: 243—262.
- Zhang, K. X., Chen, N. S., Wang, Y. B., et al., 1997. A preliminary research on the sequence reconstruction of non-Smith stratigraphy in Eastern Kunlun orogenic belt. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 22(4): 343—346 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, K. X., Huang, J. C., Yin, H. F., et al., 2000. Application of radiolarians and other fossils in non-Smith strata—Exemplified by the Anyemaqen mélange belt in East Kunlun Mts. *Science in China (Series D)*, 43(4): 364—374.
- Zhang, K. X., Yin, H. F., Zhu, Y. H., et al., 2001. The theory, method and practice to geological mapping in mélange district of orogenic belts. China University of Geosciences Press, Wuhan, 1—165 (in Chinese).
- Zhang, K. X., Yin, H. F., Zhu, Y. H., et al., 2004. Smith strata and non-Smith strata. *Journal of China University of Geosciences*, 15(3): 253—261.

### 附中文参考文献

- 王乃文, 郭宪璞, 刘羽, 1994. 非史密斯地层学简介. *地质论评*, 40(5): 1—482.
- 许靖华, 孙枢, 王清晨, 等, 1998. 中国大地构造相图(1:4 000 000). 北京: 科学出版社.
- 殷鸿福, 张克信, 王国灿, 等, 1998. 非威尔逊旋回与非史密斯方法——中国造山带研究理论与方法. *中国区域地质*, (增刊): 1—9.
- 张克信, 陈能松, 王永标, 等, 1997. 东昆仑造山带非史密斯地层序列重建方法初探. *地球科学——中国地质大学学报*, 22(4): 343—346.
- 张克信, 殷鸿福, 朱云海, 等, 2001. 造山带混杂岩区地质填图理论、方法与实践——以东昆仑造山带为例. 武汉: 中国地质大学出版社, 1—165.