

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

## 喜马拉雅造山带西构造结研究的启示

郑来林<sup>1)</sup> 潘桂棠<sup>1)</sup> 金振民<sup>2)</sup> 耿全如<sup>1)</sup>

1) 中国地质调查局成都地质矿产研究所, 610082; 2) 中国地质大学地球科学学院, 武汉, 430074

**内容提要** 本文重点介绍了喜马拉雅造山带西构造结的地质概况、变质作用、隆升速率及边界断层的性质等几方面的研究进展。在东构造结的现有研究基础上, 将两构造结进行了对比, 为进一步探讨构造结在陆-陆碰撞及碰撞后的会聚过程中所起的作用提供素材。

**关键词** 喜马拉雅造山带 东、西构造结

在过去的20年中, 冷而刚性的印度岩石圈板块的俯冲对相对软而热的青藏岩石圈, 导致青藏高原隆升和喜马拉雅造山带的形成的观点被广为接受。印度板块与欧亚陆内碰撞作用在喜马拉雅东、西两个楔入犄角及其邻区表现出独特的变形、变质作用和特有的动力学作用过程。东、西两个构造结的形成是地球上最显著的活动造山过程, 这一过程展现在世界上最深的雅鲁藏布大峡谷及印度河大峡谷之中。南迦巴瓦峰(7756 m)和南迦帕尔巴特峰(8125 m)高出穿越其间的两条大河达7000 m。

尽管东构造结与西构造结在起源、演化和力学机制方面可能存在差异, 但两个楔入犄角表现为高峰区年轻而活动的前寒武纪变质地块, 向北突出的变质基底的东西两侧均为中生代晚期的岛弧(或陆缘弧), 西构造结衔接库斯坦-拉达克(Kohistan-Ladakh)弧地体, 东构造结邻近冈底斯弧。它们起初均是向北俯冲、弧地体从北边向南仰冲, 随后通过快速隆升和拉伸拆离作用而剥露出来。由于西构造结的研究程度相对比东构造结高(但板内构造变形研究仍显薄弱), 本文先介绍西构造结的地质概况以及几个重要构造、动力作用等, 然后简述从东、西构造结初步对比中所得的启示。

### 1 西构造结地质背景

西构造结从北到南由如下构造单元组成: 喀喇昆仑板块(欧亚板块)、主喀喇昆仑逆冲断裂带(向西延入印度河-雅鲁藏布江缝合带)、库斯坦-拉达克

弧、印度河-雅鲁藏布江缝合带、南迦帕尔巴特(Nanga Parbat)-哈拉木什(Haramosh)地块(图1)。

喀喇昆仑板块由沉积岩组成, 经历了复杂的同碰撞和碰撞后变质, 并被中生代和第三纪深成岩侵入。

库斯坦-拉达克岛弧活动于早白垩世, 于晚白垩世同欧亚板块边缘相碰撞, 它是在主碰撞之前最后一个增生于欧亚板块上的岛弧块体。同位素年代学研究表明库斯坦同喀喇昆仑板块的碰撞时代早于76 Ma, 晚于102 Ma (Searle et al., 1999)。

南迦帕尔巴特-哈拉木什地块由原岩时代为前寒武纪和古生代的各种片麻岩、少量麻粒岩以及淡色花岗岩注入体和混合岩组成。该地块的构造形态为北东走向的背形, 同欧亚板块的碰撞时代可能为65~60 Ma (Searle et al., 1989)。

### 2 有关西构造结的几个问题

#### 2.1 南迦帕尔巴特-哈拉木什地块边界断层的性质

Tahirkheli 等(1979)最先研究南迦帕尔巴特地块的边界断层, 他们认为限定该地块的3条断层均是主地幔逆冲断层(MMT), 南迦帕尔巴特地块向上逆冲。

Madin (1986)将该地块的西界断层称作Raikhot断层(后来被很多研究者沿用), 并且认为它是一个左行逆断层。Butler等(1988)认为Raikhot断层是一条产状很陡、倾向东的逆断层, 并使南迦帕尔巴特片麻岩逆冲到第四纪的印度河砾石之上。

注: 本文为国土资源部重点基础项目“青藏高原构造-热事件与高原隆升”资助成果。

收稿日期: 2000-06-14; 改回日期: 2000-12-11; 责任编辑: 任希飞、周健。

作者简介: 郑来林, 男, 1963年生。1989年于成都地质学院获变质岩石学硕士学位。现为成都地质矿产研究所副研究员, 中国地质大学(武汉)构造地质学博士研究生。通讯地址: 610082, 四川成都市一环路北三段新82号, 成都地质矿产研究所; 电话: 028-3379797。

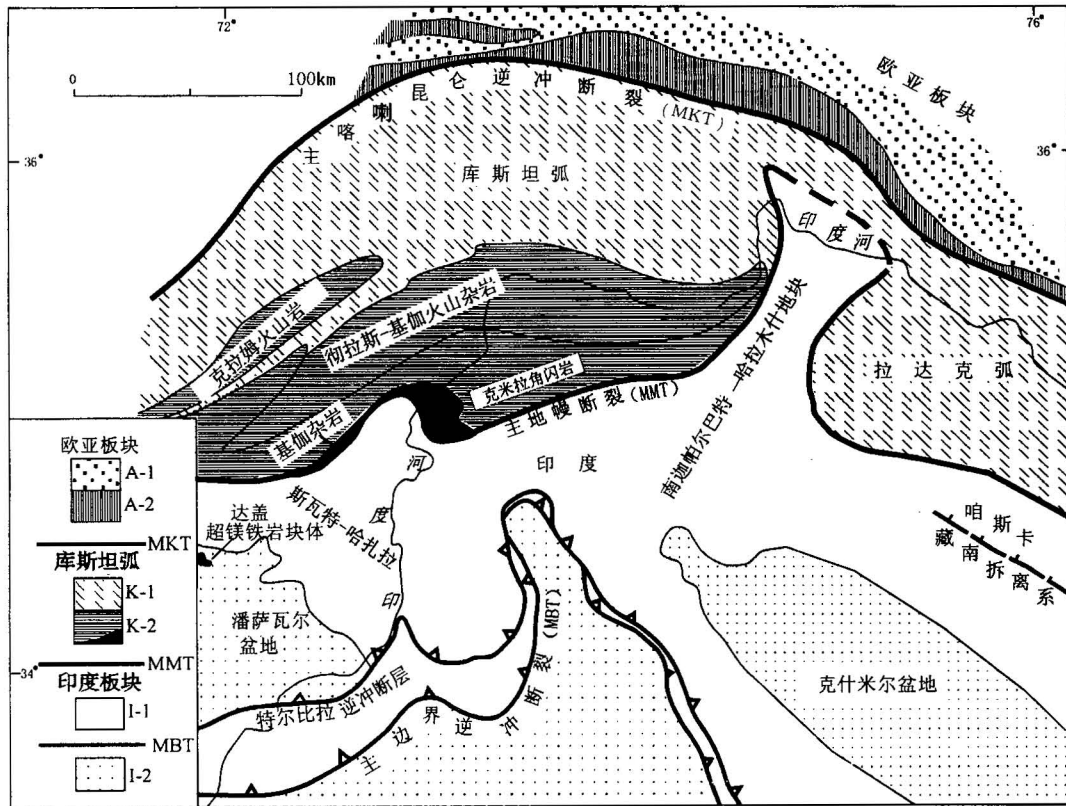


图 1 喜马拉雅造山带西构造结地区地质图

Fig. 1 Geologic map of the area of Nanga Parbat syntaxis, Himalaya orogenic belt

欧亚板块：A-1—喀喇昆仑杂岩，A-2—泥质岩和火山岩；库斯坦弧：K-1—白垩纪至第三纪变火山岩、侵入岩和变沉积岩，K-2—辉石和麻粒岩相变质岩、共生的火成岩，黑色部分为 Jijal 超镁铁杂岩；印度板块：I-1—花岗岩、花岗片麻岩和变沉积岩，I-2—第三纪和第四纪磨拉石沉积；南迦帕尔巴特-哈拉木什块体的北界尚未确定(虚线)

Eurasian plate: A-1—Karakorum batholith, A-2—pelitic and volcanic rocks; Kohistan arc: K-1—Cretaceous to Tertiary metavolcanics, intrusives, and metasediments, K-2—pyroxene and granulite facies metamorphic and associated igneous rocks and the black represents the Jijal ultramafic complex; Indian Plate: I-1—granites and granite gneisses and metasediments, I-2—Tertiary and Quaternary molasse sediments; the northern boundary (dashed line) of the Nanga Parbat—Haramosh massifs is uncertain

Chamberlain 等(1988, 1989)对该断层两侧的变质岩进行了  $P-T-t$  轨迹研究后认为：库斯坦弧逆冲到南迦帕尔巴特片麻岩之上。其过程很有意思，大约 30 Ma 时埋藏深达 35 km 的库斯坦弧中的岩石(麻粒岩)逆冲到了埋藏深约 14 km 的南迦帕尔巴特片麻岩之上，逆冲作用和热量的传递使两者的  $P、T$  趋于一致，两者的埋藏深度均为 28 km，25~10 Ma 期间两者以相同速度(0.5 km/Ma)隆升，然而在最后的 10 Ma 以来，南迦帕尔巴特地块的隆升速度比相邻的库斯坦弧快。

根据以上研究我们可以得出这样的结论：地表显示南迦帕尔巴特变质体盖在库斯坦弧之上。但 Raikhot 断层是一个高角度断层，它极可能是一个凹面向下的弧状断层。Chamberlain 等(1988)的研究表

明早期(30 Ma 之前)南迦帕尔巴特地体向下俯冲，25~10 Ma 期间该断层停止活动，10 Ma 以来该断层复活，但构造性质却发生了改变。

拉达克弧同南迦帕尔巴特地块之间的边界性质，目前还没有具体的资料，但咱斯卡(Zanskar)正断裂带(藏南拆离系)有汇入该边界的趋势(图 1)。

## 2.2 南迦帕尔巴特-哈拉木什地块的变质作用及隆升速率

南迦帕尔巴特-哈拉木什地块下部由夹有少量钙硅酸盐麻粒岩和角闪岩的层状英云闪长质片麻岩组成；中、上部由夹有少量钙硅酸盐和角闪岩的层状花岗质片麻岩组成。部分地区泥质岩的特征矿物组合从北往南为：蓝晶石+白云母；夕线石+钾长石；夕线石+钾长石+堇青石(Zeitler et al., 1993)。混

合岩化较为强烈,淡色花岗岩条带(1~5 cm厚)丰富。

锆石的 U-Pb 同位素研究表明:下部片麻岩的原岩年龄为 1850 Ma;中上部原岩的年龄为 400~500 Ma (Chamberlain et al., 1988)。中上部片麻岩的年龄和化学成分与巴基斯坦以及喜马拉雅其他地区的 S 型花岗岩相类似,认为本区这些片麻岩就是上述地区 S 型花岗岩的变质产物。

根据角闪石的  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  年龄(16~25 Ma)(该年龄记录了南迦帕尔巴特片麻岩冷却至 500°C 时的年龄)推测该地区的变质高峰(0.75 GPa, 580°C)年龄为 30~25 Ma (Zeitler et al., 1989)。Chamberlain 等(1991)对 Babusar 山口地区主地幔逆冲断层下盘变质岩的研究认为:主地幔逆冲断层变质高峰的时间早于库斯斯坦岛弧同印度板块拼结的时间,其时代早于 40 Ma,一些地区早于 50 Ma。

同时有许多证据表明南迦帕尔巴特地体的核部还经历了一个更新世—上新世(1~11 Ma)的高级变质作用和部分熔融作用。蓝晶石白云母带变质泥岩中独居石的 U-Pb 年龄为 11~4 Ma (Smith et al., 1992)。Zeitler 等(1991)报道了南迦帕尔巴特片麻岩中 3 个淡色花岗岩脉中锆石的 U-Pb 年龄分别

是 7 Ma、5 Ma 和 2.3 Ma;来自南迦帕尔巴特峰的角闪岩漂砾中的角闪石  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  年龄为 2.8~1.5 Ma,而黑云母的  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  年龄为 2.4~1.0 Ma。

Zeitler 等(1993)认为晚第三纪的快速剥露所产生的减压作用导致了淡色花岗岩岩浆的生成,它又将热量从深部地壳带入浅部地壳从而诱发较低压的变质作用(600°C、0.4 GPa)。南迦帕尔巴特地区的快速剥露所对应的快速侵蚀、变质作用、深熔作用、隆升作用的同时性是不争的事实。

印度河和阿斯特河(Astor)的搬运作用意义重大,因为碎屑物的及时搬运是快速侵蚀作用持续发生的重要前提之一。该区山峰和深切峡谷(印度河峡谷、阿斯特河峡谷)之间的高差巨大。从东向西由山脉中间穿过的印度河在同吉尔吉特河(Gilgit)汇合之前的海拔为 2000~1600 m,南迦帕尔巴特峰高 8125 m,哈拉木什峰高 7409 m。Seeber 等(1983)研究认为,喜马拉雅山脉中的主要河流(如印度河、雅鲁藏布-Brahmaputra, Sutlej, Arun)都是先成河,出现在喜马拉雅隆起之前。卫星照片显示在班公湖以南地区印度河沿喀喇昆仑断层右行错开 120 km。古老的印度河隆起在卡拉什(Kailas)以北并且切穿断层两侧的冈底斯和拉达克山脉。这些证据表明印度

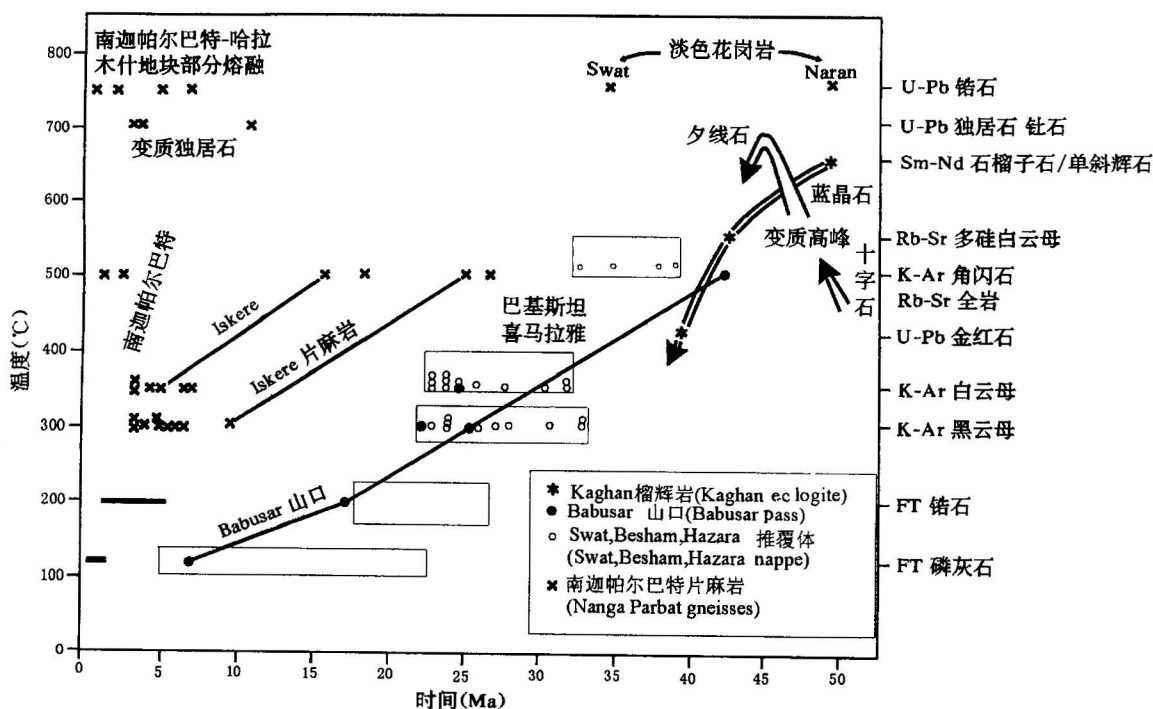


图 2 南迦帕尔巴特西南部巴基斯坦喜马拉雅地区和西构造结南迦帕尔巴特片麻岩的温度-时间关系图  
Fig. 2 Temperature-time plot for the Pakistan Himalaya in the southwest of Nanga Parbat and the Nanga Parbat gneisses that form the western syntaxis of the Himalaya

河形成于中新世,此刻青藏高原正在经历地壳缩短作用,此后印度河被沿喀喇昆仑断裂的运动所错动。

自 Pognante 等(1991)在南迦帕尔巴特西南方 Babusar 山口附近的 Kaghan 谷中首次发现了榴辉岩以来,其他学者又在西构造结的 Stak 地区和东拉达克的 Tso Morari 穹隆中找到了榴辉岩(Guillot et al., 1995a, 1995b, 1997; Le Fort et al., 1997; 金振民, 1999)。

Kaghan 榴辉岩产于 MCT(主中央断裂)和 MMT(主地幔断裂)之间的 HHC(高喜马拉雅结晶岩系)中,其矿物组合为:绿辉石+石榴子石+石英+金红石+多硅白云母,变质高峰温压条件是:650±50℃、1.3~1.8 GPa, O'Brien 等(1998)又在榴辉岩的绿辉石中发现了柯石英包裹体,通过计算认为该处含柯石英的 UHP 榴辉岩的温压条件为:650℃和 2.6 GPa,大大地提高了 Kaghan 榴辉岩的形成深度。石榴子石-绿辉石的 Sm-Nd 年龄为 49±7 Ma (Tonarini et al., 1993),该变质高峰年龄反映了碰撞早期沿 MMT 向库斯坦弧之下的俯冲作用。

Le Fort 等(1997)在位于 Nanga Parbat-Haramosh 地块东侧的印度河缝合带中的 Stak 地区发现了由基性岩变质而成的榴辉岩,其矿物组合为:石榴子石+绿辉石+角闪石+斜长石+石英+黑云母,形成时的  $P$ - $T$  条件分别为 1.3±0.1 GPa、610±60℃和 1.0±0.1 GPa、700±50℃。

Tso Morari 穹隆位于印度境内东拉达克地区,向南变为弱变质的特提斯盖层,北面为印度河缝合带,其构造部位和形成机制类似藏南的康马穹隆。榴辉岩产于穹隆的外圈,矿物组合为:石榴子石+绿辉石+石英+金红石,另外含少量的多硅白云母、绿帘石、角闪石,变质峰值  $P$ - $T$  条件为:2.0±0.2 GPa 和 850±50℃,其原岩可能为二叠纪的玄武岩(与 Panjal 拗陷中的火山岩相当)(Guillot et al., 1995a, 1995b)。Guillot 等(1997)在富铁的变沉积岩中发现了硬玉+硬绿泥石+多硅白云母+石榴子石的榴辉岩相矿物组合,该组合所记录的温压条件是 550±50℃和 2.0±0.2 GPa。

由于西构造结中缺失高喜马拉雅沉积岩这一构造单元和其他可以定年的地层,有关年代学的问题只能靠地质年代学证据进行研究。如果 Kaghan 榴辉岩的变质高峰年龄早于 49 Ma,南迦帕尔巴特南边 Babusar 山口区域的印度板块麻粒岩的变质高峰时间早于 42 Ma,那么喜马拉雅西部的印度-欧亚板块碰撞时间应远早于上述年代,以便有充分的

时间使地壳增厚(形成榴辉岩)以及加热到夕线石带变质温度。喜马拉雅淡色花岗岩的两个锆石 U-Pb 年龄分别为 35 Ma (Swat)和 50 Ma (Naran),也都比中、东喜马拉雅中类似的淡色花岗岩的生成时代早(Zeitler et al., 1991)。这些都表明西构造结地区印度-欧亚板块碰撞很可能发生在 65 Ma(比变质年龄早 15 Ma),与古地磁证据相吻合,而此时喜马拉雅东部的一些地区仍有部分海域存在。

### 2.3 关于剥露速率

作为高喜马拉雅山脉一部分的南迦帕尔巴特-哈拉木什地块,向南延入巴基斯坦的斯瓦特-白萨母(Swat-Besham)地区,向东南延入印控的克什米尔-咱斯卡(Kashmir-Zanskar)地区。

图 2 为南迦帕尔巴特西南的巴基斯坦喜马拉雅和南迦帕尔巴特地区的反映变质作用和深熔作用的温度-时间图。从中可以看出南迦帕尔巴特地区的平均剥露速率为 0.83~1.12 mm/a,即 25 Ma 以来,19.3~28 km 的上覆物质被剥蚀。根据  $P$ - $T$ - $t$  轨迹,Zeitler 等(1989)指出南迦帕尔巴特地区经历过一个连续的加速冷却过程,从 20 Ma 的小于 20℃/km 到 0.4 Ma 至今的 300℃/km。南迦帕尔巴特地区核部岩石的岩石学、地质温压计、地质年代学资料表明其近来的剥露速率平均为 4.5±1.1 mm/a(10 Ma 以来)。1 Ma 以来至少有 14 km 的物质被剥蚀掉。

## 3 西构造结研究几点启示

目前东构造结研究程度较低,全面对东、西两个构造结进行对比还有困难,根据目前东构造结有限资料,结合上述西构造结研究成果,可以初步归纳如下:

(1)南迦帕尔巴特-哈拉木什地块(西构造结高喜马拉雅结晶岩带)的东西两侧及北部反映缝合带的物质组成(蛇绿岩)出露很差,库斯坦-拉达克弧是活动于早白垩世的洋内岛弧,其作为外来块体于晚白垩世(76~102 Ma)增生到亚洲板块之上。东构造结的南迦巴瓦地区北侧和东、西两侧均有反映缝合带的蛇绿混杂岩出露,特别是北面(墨脱县甘代乡—加热萨乡—旁辛乡一带)出露较好;缝合带外侧的冈底斯岩浆弧是安第斯型大陆边缘弧。

(2)东、西构造结中都没有在喜马拉雅造山带中普遍产出的覆盖在高喜马拉雅结晶岩之上的高喜马拉雅沉积岩(在特提斯盆地中几乎从寒武纪到始新世连续沉积)。藏南拆离系同主地幔逆冲断层相汇在一起。

(3)两个构造结中的结晶岩的物质组成(总体成分相当于花岗质-花岗闪长质的片麻岩,夹有一些角闪岩、泥质岩、钙硅酸质岩石)基本一样,形成时代较新的淡色花岗岩脉(10~20 Ma)也都很发育;泥质岩所体现的变质级别也相同(夕线石+钾长石)。两个构造结地区的变质岩的原岩均是以中酸性、酸性侵入岩为主夹少量的沉积岩。它们的化学成分和变质(最高可达麻粒岩相,混合岩发育)、变形(塑性流变)特征都表明它们曾到达过下地壳。因此这里是研究下地壳的物质组成和有关作用过程的野外实验室。

(4)西构造结地区除了在库斯坦岛弧中有高压蓝片岩产出外,榴辉岩和含柯石英榴辉岩都产出在缝合带和高喜马拉雅结晶岩系中,原岩均为基性岩浆岩。东构造结中目前还没有发现典型的榴辉岩,根据对西构造结的研究,在寻找东构造结中榴辉岩时应把重点放在缝合带和靠近缝合带的变基性岩石上。在东构造结的南迦巴瓦变质地块的西北侧靠近边界断裂(韧性剪切带)附近发现了石榴子石-蓝晶石高压麻粒岩和石榴子石单斜辉石岩,变质高峰条件为890°C,0.17~0.18 GPa (Liu et al., 1997)。东构造结地区的高压麻粒岩所记录的地热梯度比西构造结地区高压岩石所记录的要高。这表明两地区地质时期的热状态可能有所不同。

(5)东构造结的北部边界为典型的拉伸拆离韧性剪切带;东、西两个边界也是兼具走滑性质的拆离韧性剪切带;南迦巴瓦变质地块的剥露机制类似于变质核杂岩。西构造结变质地块的西部边界7~2 Ma以来一直是活动的(Zeitler et al., 1991)其性质具拉伸特征。

(6)两个地区都经历过快速剥露作用。在这一作用过程中伸展拆离断层起了重要作用,但河流的搬运作用同样功不可没。东构造结的多雄拉背斜的剥露速率在3.5~3.2 Ma期间为10 mm/a, 2.2 Ma至今为3~5 mm/a (Burg et al., 1997)。两个构造结地区地表的强烈快速隆升作用与各种深部作用过程之间的耦合关系将是今后我们深入研究的重要课题。

(7)从两个构造结往喜马拉雅造山带中部卷入到缝合带里的地层越来越多,时代也越来越年轻,表明同西构造结一样东构造结地区印度-欧亚板块之间的碰撞作用所发生的时间也早于中部地区。

#### 参 考 文 献

金振民. 1999. 喜马拉雅西构造结中含柯石英榴辉岩的发现及其重要

意义. 地质科技情报, 18(3): 1~5.

#### References

- Burg J-P, Davy P, Nievergelt P, Oberli F, Seward D, Dia Z, Meier M. 1997. Exhumation during crustal folding in the Namche-Barwa syntaxis. *Terra Nova*, 9: 53~56.
- Butler R W H, Prior D J. 1988. Tectonic controls on the Nanga Parbat Massif, Pakistan Himalayas. *Nature*, 333: 247~250.
- Chamberlain C P, Jan M Q, Zeitler P K. 1988. Pressure-temperature-time paths in the Nanga Parbat Massif: Constraints on the tectonic development of the northwest Himalayas. *Geological Society of America Special Paper*.
- Chamberlain C P, Zeitler P K, Jan M Q. 1989. The dynamics of the suture between the Kohistan island arc and the Indian Plate in the Himalaya of Pakistan. *J. Metamorphic Geol.*, 77: 135~149.
- Chamberlain C P, Zeitler P K, Erickson E. 1991. Constraints on the tectonic evolution of the northwestern Himalaya from geochronology and petrologic studies of Babusar Pass. *Pakistan. J. Geol.*, 99: 829~849.
- Guillot S, Lardeaux J M, Mascle G, Colchen M. 1995a. Un nouveau témoin du métamorphisme de haute-pression dans la chaîne Himalayenne (Dôme du Tso Morari, Est Ladakh). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 320: 931~936.
- Guillot S, Mascle G, Lardeaux J M, Colchen M, Sigoyer de J. 1995b. A new discovery of eclogites from the Himalaya, Tso Morari dome unit (Northwestern India). *Mitt. Geol. Inst. ETH Zurich Univ. Zurich Neue Folge*, 298: 84~87.
- Guillot S, Sigoyer de J, Lardeaux J M, Mascle G. 1997. Eclogitic metasediments from the Tso Morari area (Ladakh, Himalaya): evidence for continental subduction during India-Asia convergence. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 128: 197~212.
- Jin Z. 1999. Discovery of Coesite-bearing Eclogite from west Himalayan tectonic link and its enlightenment. *Geological Science and Technology Information*, 18(3): 1~5 (in Chinese with English abstract).
- Le Fort P, Guillot S, Pecher A. 1997. HP metamorphic belt along the Indus suture zone of NW Himalaya; new discoveries and significance. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 325: 773~778.
- Liu Y, Zhong D. 1997. Petrology of high-pressure granulite from the eastern Himalayan Syntaxis. *J. Metamorphic Geol.*, 15: 451~466.
- Madin I P. 1986. Structure and neotectonics of the northwestern Nanga Parbat-Haramosh Massif. MS Thesis, Oregon State University.
- O'Brien P J, Law R, Trelar P J. 1998. The subduction and exhumation history of the Indian plate during Himalayan collision: evidence from rare eclogite. *Annual Report, Bayerisches Forschungsinstitut Für Experimentelle Geochemie Und Geophysik*, 75~76.
- Pognante V, Spencer D A. 1991. First report of eclogites from the Himalayan belt, Kaghan valley (northern Pakistan). *European Journal of Mineralogy*, 3: 613~618.
- Seeber L, Gornitz V. 1983. River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics. *Tectonophysics*, 92: 335~367.
- Searle M P, Rex A J, Tirrul R, Rex D C, Barnicoat A, Windley B F. 1989. Metamorphic, magmatic, and tectonic evolution of the central Karakoram in the Biafo-Baltoro-Hushe regions of northern

- Pakistan. In: Malinconicó L L, Lillie R J, ed. Tectonics of the western Himalayas. Geological Society of America Special Paper 232: 47~73.
- Searle M P, Khan M A, Fraser J E, Gough S J. 1999. The tectonic evolution of the Kohistan - Karakoram collision belt along the Karakoram Highway transect, north Pakistan. *Tectonics*, 18: 929~949.
- Smith H A, Chamberlain C P, Zeitler P K. 1992. Documentation of Neogene regional metamorphism in the Himalayas of Pakistan Central Thrust. *J. Metamorphic Geol.*, 7: 73~93.
- Tahirikheli R A K, Jan M Q. 1979. Geology of Kohistan, Karakorum Himalaya, Northern Pakistan. *Geological Bulletin, University of Peshawar*, 11:189.
- Tonarini S, Vills I, Oberli F. 1993. Eocene age of eclogite metamorphism in Pakistan Himalays; implications for India-Eurasia collision. *Terra Nova*, 5:13~20.
- Zeitler P K, Sutter J F, Williams I S, Zartman R, Tahirikheli R A K. 1989. Geochronology and temperature history of the Nanga Parbat Haramosh Massif, Pakistan. *Geological Society of America Special Publication*, 232.
- Zeitler P K, Chamberlain C P. 1991. Petrogenetic and tectonic significance of young leucogranites from the northwestern Himalaya, Pakistan. *Tectonics*, 10:729~741.
- Zeitler P K, Chamberlain C P, Smith H A. 1993. Synchronous anatexis, metamorphism, and rapid denudation at Nanga Parbat (Pakistan Himalaya). *Geology*, 24(4): 347~350.

## Preliminary Study of Western Himalayan Syntaxis and Its Enlightenments

ZHENG Lailing<sup>1)</sup>, PAN Guitang<sup>1)</sup>, JIN Zhenmin<sup>2)</sup>, GENG Quanru<sup>1)</sup>

1) *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu, 610082*

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

### Abstract

This paper presents the results of the research on the structure, metamorphism, boundary faults and lifting rate of the western Himalayan syntaxis and discusses similar and different geological characters of these two areas based on study of the eastern Himalayan syntaxis. The purpose of this paper is to provide new information on further researches on the role of syntaxis in the evolution of the Himalayas.

**Key words:** Himalayan orogen; eastern and western Himalayan syntaxis

---