

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

喜马拉雅碰撞带的构造演化

崔军文

(中国地质科学院地质研究所, 北京)



通过对喜马拉雅碰撞带构造单元划分和组成的研究,从俯冲和碰撞带前缘加积作用、深层底辟和热隆扩展作用及岩石圈深部物质流动——“回流”作用等3个方面阐明了喜马拉雅碰撞带的构造演化,提出了喜马拉雅碰撞带的构造演化模式——渐进式陆内变形模式。

关键词 喜马拉雅碰撞带 热隆扩展 热隆伸展 回流作用 渐进式陆内变形模式

继80年代初,中法合作研究喜马拉雅碰撞带,获得了印度板块俯冲于西藏陆壳之下,并导致西藏陆壳急剧缩短和大量变形的直接证据。有关喜马拉雅构造研究取得了重要进展,其中最引人瞩目的成果是南北向横穿青藏高原的亚东-格尔木地学断面^[1]的编制、喜马拉雅深反射地震剖面^[2]研究及喜马拉雅碰撞带中高温韧性推覆剪切带和大量纵向伸展构造^[3-7]的发现,使人们有可能将不同时间和空间的各种构造现象纳入统一的大陆动力学过程。

1 构造单元的划分和组成

喜马拉雅碰撞带是晚白垩世末-始新世新特提斯洋盆闭合后,是叠置在欧亚板块南缘和印度板块北缘稳定的新生代陆内强烈变形带。据地质、地球物理场特征可将本带由南往北划分为3个构造带:喜马拉雅构造带、雅鲁藏布江构造带和冈底斯-念青唐古拉构造带。

1.1 喜马拉雅构造带

本带由一系列走向东西、向北倾的逆冲断裂和逆冲岩席组成。规模较大的逆冲断裂或韧性推覆剪切带及其主要活动时代见图1。位于高喜马拉雅结晶叠覆岩席之上的特提斯沉积岩系以发育层间拆离和重力滑动褶皱为特征^[5],底部的拆离层谓北喜马拉雅正断裂^[1,5],下古生界被拆离成极薄的岩片(图1a)。

1.2 雅鲁藏布江构造带

本带发育四期变形:第一期与晚白垩世印度板块和欧亚板块汇聚有关的向北缓倾的东西向流劈理和近于南北向拉伸线理^[3,6],第二期与古新世-早中新世陆-陆碰撞阶段蛇绿岩仰冲^[8]有关的向北缓倾斜的东西向冲断层、流劈理、南北向拉伸线理和向南倒转的A型褶皱^[6],第三期为叠置在前两期流劈理之上的扇形褶皱、扇形流劈理和相向倾斜的逆冲断裂和拉伸线理,第四期为切割前三期变形构造的东西向直立右行走滑-正断裂和擦痕线理(图1b)。第3,4期变

注:本文为地质矿产部“八五”深部地质重点项目“青藏高原北缘变形动力学研究”项目(编号86-06-207)。

本文1995年10月收到,1996年8月改回,王毅编辑。

形构造分别形成于中中新世—早上新世和晚上新世末及第四纪。

1.3 冈底斯-念青唐古拉构造带

本带以发育一系列近于东西走向、高角度倾斜的断裂、直立流劈理及南北向断陷带为特征,两者分别控制钙碱性熔岩(古新世—始新世)、中酸性火山岩(上新世)和第四纪沉积分布,表明东西向断裂和南北向断陷带的形成时代分别为第三纪和第四纪。显生宙沉积盖层底部为申扎-嘉黎正断裂或滑覆剪切带^[1,5](图 1c),形成于早中新世以后。

2 深部热构造演化

喜马拉雅造山带是最年轻的陆-陆碰撞型造山带,强烈的新生代地壳变形和热构造事件^[3,6-9]提供了人们探讨大陆岩石圈构造演化及深部作用过程的丰富信息。

2.1 陆内俯冲和碰撞带前缘加积作用

印度板块和欧亚板块碰撞后,喜马拉雅碰撞带呈现与汇聚期完全不同的热构造过程。由于

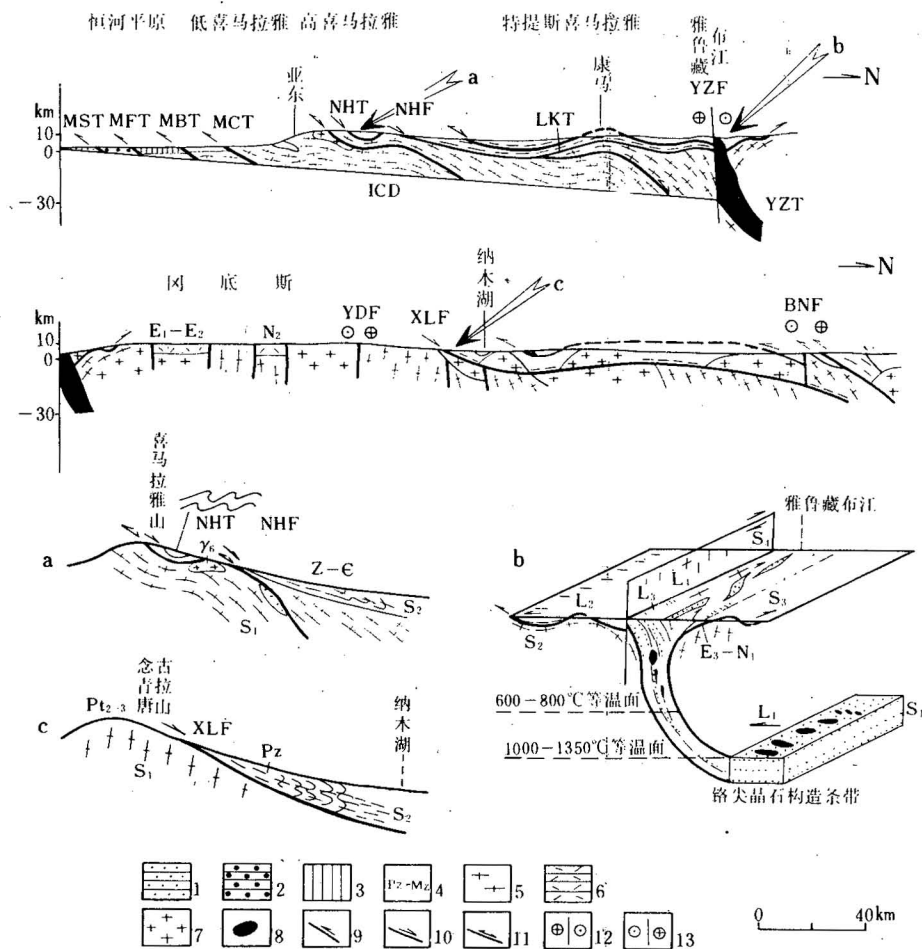


图 1 喜马拉雅碰撞带构造剖面简图

Fig. 1 Sketch tectonic section of Himalayan Collision Belt

1—中更新统-全新统;2—上上新统-下更新统;3—中中新统-中上新统;4—古生界-中生界;5—中-上元古界强流劈理化结晶基底;6—新生代火山岩;7—中-新生代花岗岩;8—超基性岩;9—冲断裂;10—正断裂;11—后期转化为正断裂的冲断裂;12—左行走滑断裂;13—右行走滑断裂;MST—主西瓦里克冲断裂(全新世以来);MFT—主前锋冲断裂(晚全新世以来);MBT—主边界冲断裂(晚上新世以来);MCT—主中央冲断裂(早中新世以来);NHT—北喜马拉雅韧性推覆剪切带(晚始新—早中新世以来);NHT—北喜马拉雅正断裂(晚上新世以来);LKT—拉轨岗日-康马韧性推覆剪切带(晚始新世以来);YZT—雅鲁藏布江冲断裂(晚白垩世—早始新世以来);YZF—雅鲁藏布江断裂(晚上新世以来);YDF—羊八井-当雄左行走滑断裂(晚上新世以来);XLF—申扎-嘉黎正断裂(早中新世以来);BNF—班公湖-怒江断裂(晚上新世以来);a;S₁—逆冲、推覆型流劈理;S₂—滑覆型流劈理;b;S₁,S₂,S₃,S₄和L₁,L₂,L₃,L₄分别表示第1,2,3,4

期变形的流劈理和拉伸线理;c;S₁和S₂分别代表与深层底辟作用和表层滑覆作用有关的流劈理

1—Middle Pleistocene-Holocene Series;2—Upper Pliocene-Lower Pleistocene Series;3—Middle Miocene-Middle Pliocene Series;4—Palaeozoic-Mesozoic Era;5—Middle-Upper Proterozoic strongly flow cleaved crystalline basement;6—Cenozoic volcanic rocks;7—Mesozoic-Cenozoic granite;8—ultrabasic rock;9—thrust;10—normal fault;11—thrust transformed into normal fault later;12—sinistral strike-slip fault;13—dextral strike-slip fault;MST—main siwaric thrust;MFT—main Front thrust(since Holocene E.);MBT—main boundary thrust;MCT—main central thrust(since late Pleistocene e.);NHT—Northern Himalayan ductile shearing zone(since Late Pliocene E.);NHF—Northern Himalayan normal fault(since Early Miocene E.);LKT—Lhagoikangri Kangmar ductile nappe shearing zone(since Late Eocene-Early Miocene E.);YZT—Yarlung Zangbo thrust(since Late Cretaceous E.-Early Eocene E.);YZF—Yalong Zangbo fault(since Late Pliocene E.);YDF—Yangbajin-Damxung sinistral strike-slip fault(since Late Pliocene E.);XLF—Xainza-Lhari normal fault(since Early Miocene E.);BNF—Bangong-Nojing sinistral strike-slip normal fault(since Late Pliocene E.);a;S₁—thrust-nappe type flow cleavages;S₂—gliding-nappe type flow cleavages;b;S₁,S₂,S₃,S₄,and L₁,L₂,L₃,L₄ show flow cleavages and stretching lineations of the first,second,third and fourth phase deformations,respectively;c;S₁ and S₂ show flow cleavages related to

deep diapirism and shallow gliding overthrusting

汇聚期是高密度的、冷的大洋岩石圈板片向低密度的大陆岩石圈板片的俯冲,俯冲板片可插入上地幔。陆-陆碰撞阶段,俯冲的大陆岩石圈板片将因密度大的岩石圈地幔的“浮力”而受阻于陆壳底部^[11-12],主要在俯冲带前缘堆积、增厚,形成俯冲岩楔(加积楔)。随着印度板块持续、强烈向北俯冲,加积楔不断增厚,并向印度前陆方向扩展。由于岩石圈运动是一种在软流圈拖曳下的水平剪切流动(平流运动)^[10,12,13],在俯冲带前缘加积、增厚过程中,不同物性层间将产生剪切滑动或拆离,特别是壳幔间发生强烈拆离,导致陆壳底部剪应变的积累。区域变质作用过程中P-T-t路径^[14]和岩石圈中系统的热状态^[15]研究及多重俯冲热动力学模型数值模拟^[16]表明,在大范围、冷系统中因剪切生热而转化为热系统的可能性。因此陆内俯冲将导致碰撞带陆壳底层增温,温度值可1000°—1350℃^[6,9],足以导致陆壳底层岩石的局部熔融。熔融区将随着加积楔的扩大而扩展,在持续、强烈的陆内俯冲环境中,于陆壳底部形成高温熔融层或岩浆垫。由于碰撞初期,陆内俯冲带继承板块汇聚期的洋-陆俯冲带,因此碰撞型岩浆岩一般叠置在汇聚期岛弧型岩浆岩之上,加之岩浆岩侵位过程中陆壳不断抬升,以致空间上,出现不同时代、不同性质(岛弧型、碰撞型和拉张型)和不同成分岩石的组合,形成堆叠式复合岩体群^[6]。目前印度板块仍以50mm/a速度向欧亚板块俯冲^[17],表明喜马拉雅碰撞带陆壳仍处于加积、增厚和增温过程中。

2.2 深层底辟和热隆扩展作用

陆壳增厚和高温局部熔融层引起的体积膨胀将破坏岩石圈原先的重力均衡状态,由此而导致的岩石圈密度减小或质量亏损^[10],将因软流圈底辟(岩石圈-软流圈界面上拱)和岩石圈地幔底辟(地幔物质上涌)而得到补偿。底辟作用将导致岩石圈等温面的上移,这样就加剧了陆

壳的增温和岩石的局部熔融。熔浆和热流上升同时,上覆岩石将因温度的不断升高而软化,发生底辟侵位。说明喜马拉雅碰撞带岩石圈中存在类似于地幔中“热柱”^[10]的高温熔融区——“热区”,它在空间上位于俯冲带前缘加积楔上方,接近碰撞带边界,并随着碰撞带位置的南移而不断向印度前陆方向扩展(图 2a)。

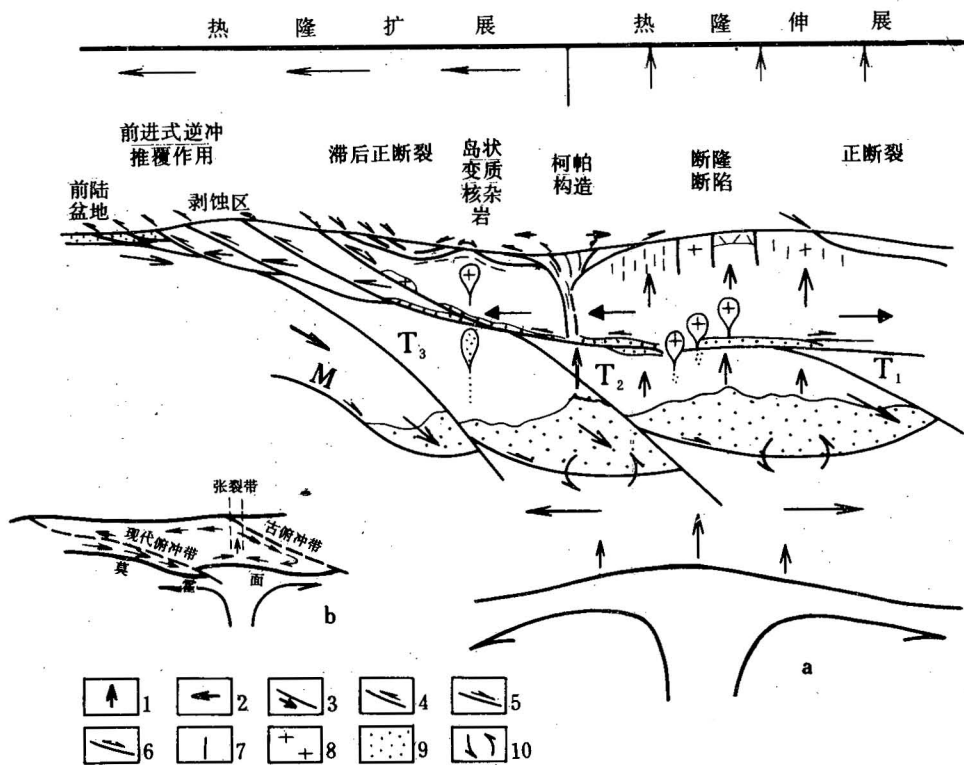


图 2 喜马拉雅碰撞带深部热构造过程(a)和回流作用(b)示意图

Fig. 2 The sketch map showing deep thermal tectonic process (a) and backflow process (b) in the Himalayan collision belt

- 1—热隆伸展方向;2—热隆扩展方向;3—板块俯冲方向($T_1 \rightarrow T_2 \rightarrow T_3$ 示俯冲带时代由早到晚);4—冲断裂或韧性推覆剪切带;5—正断裂或脆-韧性滑覆剪切带;6—后期转化为冲断裂的正断裂;7—正断裂或走滑断裂;8—花岗岩;
9—局部熔融;10—壳幔物质交换;M—莫霍面;L—岩石圈-软流圈界面

1—Thermal-uplift stretching direction; 2—thermal-uplift spreading direction; 3—subduction direction of plate (subduction formation age becoming younger from T_1 to T_3); 4—thrust or ductile nappe shear zone; 5—normal fault or brittle-ductile sliding nappe shearing zone; 6—thrust transformed into normal fault later; 7—normal fault or strike-slip fault; 8—granite; 9—partial melting; 10—material interchange between crust and mantle; M—Moho; L—lithosphere-asthenosphere boundary

构造应力场的有限元计算表明^[18],深部底辟作用及陆壳的增温,将导致陆壳上部的水平拉张和陆壳下部水平挤压,物质发生垂向和侧向位移。地质、地球物理资料表明喜马拉雅碰撞带的高温熔融区位于冈底斯岛弧区和雅鲁藏布江构造带^[6,19]。因此喜马拉雅碰撞带陆壳的位移场总的表现为以冈底斯岛弧区和雅鲁藏布江构造带为中心的向上垂直位移和向四周的水平位移^[6,19]。在冈底斯构造带深层岩石中出现陡倾断裂系和层间拆离,陆壳分层减薄,在显生宙沉积盖层和结晶岩间发生强烈拆离和重力滑动,形成以低角度正断裂-拆离层和薄皮构造为

主的变形。热隆伸展作用还导致雅鲁藏布江构造带纵向正断裂和柯帕构造的形成,先前的板块缝合带和陆内俯冲带转化为近于直立的变形带。冈底斯带深层热隆扩展作用诱导的向南位移是喜马拉雅构造带前进式逆冲、叠覆作用的主因。目前西藏板块仍以 10—20mm/a 速度向南运动^[17],表明喜马拉雅构造带目前仍处于强烈热隆伸展和热隆扩展状态。

2.3 岩石圈深部物质流动——回流作用

喜马拉雅碰撞带中的熔融区和富流体的岩浆垫,在空间上与陆壳增厚区(Moho 最深部位)相对应,并随着热隆扩展作用而不断向南扩大,岩浆垫在重力上不稳定,在增厚区顶部局部拉张部位或构造软弱带,形成垂直向上的物质流动或底辟作用。物质在运移过程中,遇到岩石力学性质差异大的物性界面,如沉积盖层和结晶基底界面、花岗质岩层和玄武质岩层界面、壳幔界面(Moho)等,将分解成方向相反的两股水平剪切流。上升的物质流通过水平剪切流动部分卷入新生的俯冲带,最终沿俯冲带返回下陆壳,在岩石圈中形成类似于软流圈对流的环状剪切流动(图 2b)。岩石圈-软流圈界面的上拱和等温面上移引起的深部热传输作用^[10]还将导致岩石圈地幔物质的高温软化和局部熔融,引起壳幔间物质交换^[6]。通过不同构造层次的剪切流动和物质交换及派生的各种构造作用(拆离、叠覆和局部熔融等),印度陆壳不断消减,西藏陆壳不断增厚,并不均衡隆升。我们将碰撞带陆壳中存在的,由于板块俯冲诱导的环状剪切流动及伴随的物质交换和派生的构造现象,称之为“回流”作用^[6],它相对软流圈的对流,属次级对流(图 3)。通过“回流”作用,俯冲的印度陆壳部分卷入下地壳,部分卷入上地幔,而陆壳深部,乃至岩石圈上地幔的物质不断向上运移,进入陆壳浅部。部分抬升出地表的深源岩石,通过剥蚀、搬运,在前陆拗陷带(前陆盆地)沉积,最终又沿新生的陆内俯冲带逐渐返回深部(图 2a)。

3 喜马拉雅碰撞带的构造演化模式——渐进式陆内变形模式

本带的构造特征和深部热构造作用显示大陆岩石圈构造演化特点是无明显的构造间断、逐渐扩展的三维构造空间、变形样式和变形机制的时空转化。笔者把这种模式概括为渐进式陆内变形模式。按喜马拉雅碰撞带的构造活动强度和隆升特征,大致分四个阶段。

3.1 晚白垩世末-早始新世(约 70—40Ma)

晚白垩世末新特提斯闭合后,至早始新世,沿雅鲁藏布江-板块聚敛带发生继承性陆内俯冲作用,陆壳急剧缩短^[6]和增厚、蛇绿岩仰冲和冈底斯板块陆壳底部岩石的局部熔融,出现以富硅、富铝质的中酸性火山岩和碰撞型花岗岩为主的岩浆作用。上覆的冈底斯板块,因岩浆上侵导致热隆伸展,出现陡倾断裂和断陷型火山岩盆地,其北则发育以深湖-半深湖相沉积为主的拗陷型构造盆地。在冈底斯山南麓出现因蛇绿岩快速仰冲造成局部拗陷(拉张性)和与板块俯冲作用有关的冲断型盆地(压性),堆积巨厚的浅海相、滨海相碎屑岩(措江顶群)和巨厚磨拉石(柳区群)(图 3a)。

3.2 晚始新世-早中新世(约 40—20Ma)

陆内俯冲带的前锋部位(加积楔)由冈底斯逐渐南移至雅鲁藏布江一线,拉轨岗日-康马韧性推覆剪切带和北喜马拉雅韧性推覆剪切带形成;沿雅鲁藏布江构造带深源岩石底辟侵位、陆壳上部局部拉张(图 3b);冈底斯构造带仍保持隆、拗相间的构造格局和由南往北掀斜的古地貌,但断陷幅度减小。林子宗组火山岩(晚白垩世-早第三纪)晚期由钙碱性系列向碱性系列的转化标志冈底斯构造带在始新世末-中新世初已处于构造拉张状态。冈底斯岛弧区的平均抬升速率为 0.07mm/a。

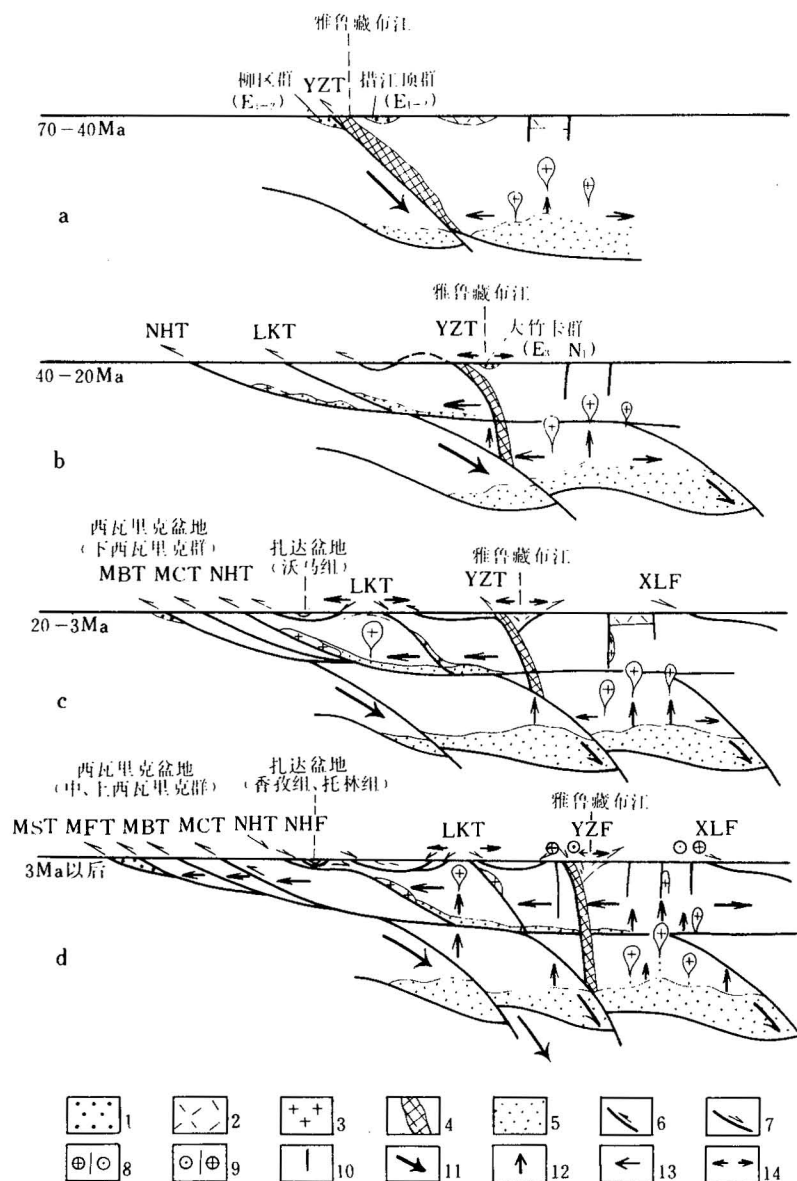


图3 喜马拉雅碰撞带构造演化示意图

Fig. 3 A sketch showing tectonic evolution of the Himalayan collision belt

1—沉积盆地; 2—火山岩盆地; 3—花岗岩; 4—蛇绿岩; 5—局部熔融; 6—冲断裂或韧性推覆剪切带; 7—正断裂或脆-韧性滑覆剪切带; 8—右行走滑断裂; 9—左行走滑断裂; 10—正断裂; 11—板块俯冲方向; 12—热隆伸展方向; 13—热隆扩展方向; 14—局部拉伸; NHT 等

代号见图1

1—Sedimentary basin; 2—volcanic basin; 3—granite; 4—ophiolite; 5—partial melting; 6—thrust or ductile nappe shear zone; 7—normal fault or brittle-ductile sliding-nappe shearing zone; 8—dextral strike slip fault; 9—sinistral strike-slip fault; 10—normal fault; 11—subduction direction of plate; 12—thermal-uplift stretching direction; 13—thermal-uplift spreading direction; 14—partial extension NHT, MCT, ... as in Fig. 1

3.3 晚中新世-上新世(约20—3Ma)

陆内俯冲带前锋部位南移至拉轨岗日-康马一线,陆壳上部相继出现主中央冲断裂和主边界冲断裂。喜马拉雅隆升速度加快(平均隆升速率达0.55mm/a),西瓦里克前陆盆地形成(图3c)。冈底斯构造带继续处于热隆伸展状态,出现以安山岩、流纹岩及凝灰岩为主的火山岩,申扎-嘉黎正断裂形成。雅鲁藏布江柯帕构造形成,上地壳拉张区扩大。

3.4 上新世末-全新世

上陆壳的前进式逆冲-叠覆作用继续向南扩展,相继出现主前锋冲断裂和主西瓦里克冲断裂,但陆内俯冲带的前锋部位仍位于拉轨岗日-康马一线(图3d)。印度板块的快速向北运动(现今其速度为50mm/a^[17]),造成拉轨岗日-康马一线下地壳急剧增厚和深部物质的垂向伸展作用(底辟作用)。拉轨岗日-康马岛链状变质核杂岩带形成(图1)。喜马拉雅山体急剧隆升(最

大隆升速率达 12.7cm/a),其北上地壳强烈拆离,在特提斯沉积岩系中出现滞后正断裂系(图 3d),早期的北喜马拉雅韧性推覆剪切带和拉轨岗日-康马韧性推覆剪切带相继转化为滑覆剪切带。雅鲁藏布江科帕构造继续发展,在科帕构造中心部位出现直立正断裂。冈底斯构造带继续保持热隆伸展和由南往北掀斜的构造地貌格局。深层热隆扩展,还导致喜马拉雅碰撞带的东西向不均匀拉张(东西向扩展),形成南北向断陷带、正断裂和纵向走滑断裂^[6]。

上述分析表明喜马拉雅碰撞带的构造演化具有下列几个重要特征。

(1) 印度板块向欧亚板块的持续(时间条件)、强烈(速度条件)俯冲和俯冲带前缘陆壳的加积、增厚及由此而诱导的热隆伸展和热隆扩展(热应力条件)作用是喜马拉雅碰撞带构造演化的重要机制。由于印度板块俯冲与热隆扩展导致的逆冲、叠覆作用和热隆伸展导致的断块作用分别是喜马拉雅山和冈底斯山隆升的主因。可见在陆-陆碰撞造山带中,不同山链具有不同隆升机制和动力学过程。笔者曾将这两种具有典型意义的造山过程和山链类型分别称之为喜马拉雅型和冈底斯型^[6]。

(2) 喜马拉雅碰撞带的构造演化总的表现为随着前进式逆冲、推覆体作用不断向南扩展,推覆体腹部逐渐拉张,形成向印度前陆方向扩展的滞后正断裂系;随着板块俯冲和陆壳缩短、增厚,岩石圈深部构造界面和等温面的不断向上弯曲,陆壳上部逐渐由挤压状态向拉张状态转化,并诱导热隆伸展和热隆扩展作用。可见在以收缩作用为主导的陆-陆碰撞带岩石圈中存在由碰撞→收缩(重力不平衡)→拉伸(均衡调整)的正向转变和由拉伸→收缩的逆向转变的反复交替。热隆伸展和热隆扩展是岩石圈尺度的拉伸作用的重要构造类型。

(3) 喜马拉雅碰撞带构造演化过程中应力状态呈现有规律性变化,总的表现为随着时间推移, σ_1 (主压应力轴)近于直立的变形域逐渐扩展。20Ma 以前呈现均一构造应力场, σ_1 近于南北向水平, σ_2 近于直立;20Ma 以后,冈底斯构造带 σ_1 近于直立, σ_2 近于南北向水平,但喜马拉雅构造带仍保持 20Ma 前的应力状态;3Ma 以后,冈底斯构造带 σ_1 近于直立, σ_2 近于南北向水平的变形域向南扩展到北喜马拉雅冲断带,东西向扩展作用渐趋强烈。喜马拉雅碰撞带的现今构造应力场特点为冈底斯构造带至喜马拉雅地区, σ_1 近于直立, σ_3 近于东西向水平;南北向(σ_1)挤压的构造应力场仅出现在高喜马拉雅以南的前陆逆冲、叠覆区。

(4) 由于喜马拉雅碰撞带地壳上部总体处于拉伸状态,下部处于收缩状态,因此现代俯冲带位置,地表位于西瓦里克前陆拗陷带,大致以 20—30°倾角往北插入西藏地壳,越过北喜马拉雅冲断带以后,俯冲角度急剧变陡,俯冲带的前锋部位在拉轨岗日-康马岛状变质核杂岩带至雅鲁藏布江构造带间,其深度达岩石圈地幔。

参 考 文 献

- 1 Wu Gongjian, Xiao Xuchang, Li Tingdong, Cui Junwen, Gao Rui. Global geoscience Transect 3 Yadong to Golmud transect Qinghai-Tibet Plateau, China. American Geophysical Union, 1991.
- 2 Zhao Weijin, Nelson K D, Gao Rui, Brown L D et al.. Deep seismic reflection evidence for continental underthrusting beneath southern Tibet. Letter to Nature, 1993, 366(9): 557—559.
- 3 许志琴. 韧性推覆剪切带及喜马拉雅山链的形成机制. 见: 肖序常, 李廷栋, 常承法等. 喜马拉雅岩石圈构造演化总论. 北京: 地质出版社, 1988.
- 4 崔军文, 朱 红, 邓宗策, 武长得. 北喜马拉雅韧性推覆剪切带的厘定及其构造意义. 见地质矿产部成都地质矿产研究所主编. 中国西部特提斯构造演化及成矿作用. 成都: 电子科技大学出版社, 1991. 125—126 页.
- 5 崔军文. 青藏高原的伸展构造. 见: 地质矿产部成都地质矿产研究所主编. 中国西部特提斯构造演化及成矿作用. 成都: 电子科技大学出版社, 1991. 126—127 页.

- 6 崔军文,朱 红,武长得,邓宗策,冯晓枫. 青藏高原岩石圈变形及其动力学. 北京:地质出版社,1992.
- 7 Burchfiel B C. North south extension within the convergent Himalaya region. *Geology*,1985,13(10):679—682.
- 8 Tapponnier P,Mercier J L, Proust P F et al. The Tibetan side of the India-Eurasia collision. *Nature*,1981,294:405—410.
- 9 Fprt P L. Metamorphism and magmatism during the Himalayan collision. *Collision Tectonics. Geol. Soc. Spect. Publi*,1986, 19:159—172.
- 10 利布特里 L. 大地构造物理学和地球动力学. 孙 坦译. 北京:地质出版社,1986.
- 11 都城秋穗,岳芸敬一,森格 A M C. 造山运动. 周云生,张儒瑗译. 北京:科学出版社,1986.
- 12 Ave' Lallemand H S, Neville L C. Syntectonic recrystallization of olivine and model of flow in the upper mantle. *Geol. Soc. Amer. Bult.*,1970,81:2203—2220.
- 13 Ranalli G. Rheology of the earth, deformation and flow processis in geophisics and geodynamics. Boston Allen Ynwin-
. London. Sydney, Wellington. 1987.
- 14 Yaolin Shi, Chi-Yuen Wang. Two-dimensional modeling of the P-T-t paths of regional metamorphism in simple overthrust terrains. *Geology*,1987,15:1048—1051.
- 15 Kevin P, Furlong et al. Thermal state of the li thosphere, *Reviews of Geophysics*,1987,25(6):1255—1364.
- 16 史金松,崔军文,戴俊民. 70Ma 以来青藏高原陆壳缩短和增厚的数值模拟. 中国地球物理学会年刊,1995. 1 页.
- 17 王文颖. 青藏高原的地壳运动及其测量. 中国青藏高原研究会主编. 青藏高原与全球变化研究讨论会论文集. 北京:气象出版社,1995. 214—221 页.
- 18 王连捷,彭 华,崔军文等. 青藏高原构造变形与应力场的有限元分析. 中国地球物理学会年刊,1993. 143 页.
- 19 许志琴,崔军文. 大陆山链变形构造动力学. 北京:冶金出版社,1996.

TECTONIC EVOLUTION OF THE HIMALAYAN COLLISION BELT

Cui Junwen

(Geological Institute, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing)

Abstract

The tectonic evolution of the Himalayan collision belt has the following characteristics with the continental crustal accretion, thickening and partial melting at the front of the collision belt and upward curving of deep-level structural boundaries caused by sustained and strong subduction of the Indian plate beneath the Eurasian plate, the stress state in the upper continental crust transformed from compression to extension and thermal-uplift spreading and thermal-uplift expanding were induced, and with succesive southward spreading of progressively thrusting-napping, the centre of the thrust nappe gradually extended, and finally a series of laging normal faults which spread towards the Indian foreland were formed. On this basis the author proposed a tectonic evolution model of the Himalayan collision belt, i. e. the continuously, successively spreading progressively intracontinental deformation model.

Key words: Himalayan collision belt, thermal-uplift spreading, thermal-uplift expanding, backflowing, progressive intracontinental deformation model

作者简介

崔军文,1938年生。1965年毕业于北京大学地质地理系地质构造专业。现为中国地质科学院地质研究所研究员。主要从事岩石圈变形动力学和深部构造研究工作。通信处:北京市阜成门外百万庄路26号中国地质科学院地质研究所,邮政编码:100037。