

西昆仑北缘冲断带和田段的构造特征

罗金海¹, 何登发²

(1. 中国科学院地质研究所, 北京 100029; 2. 中国石油天然气集团公司石油勘探开发科学研究院地质所, 北京 100083)

摘要: 通过对和田一带西昆仑北缘前陆冲断系地表地质构造和地震反射剖面的分析表明, 和田前陆冲断系沿走向方向构造形态变化很大。在杜瓦河以东, 冲断带的前锋主要发育向北的次级逆冲断层, 后者向上消失于断层传播褶皱之中, 地表出露的几排背斜就是这些褶皱向上传播的结果; 杜瓦河以西, 冲断带的前锋主要表现为向南的反冲断层, 与整体向北逆冲的铁克里克北缘逆冲断裂构成一个三角带构造。滑脱面深度差异是造成东西方向不同构造形态的主要原因, 西段主要沿中寒武统底面滑脱, 东段主要沿下第三系底面(或二叠系顶面)滑脱。

关键词: 和田; 冲断构造带; 滑脱深度; 特征

第一作者简介: 罗金海, 男, 30岁, 博士生, 区域构造

中图分类号: P542 文献标识码: A

前陆冲断带普遍存在于世界上各大造山带的山前, 由于它常常是赋存石油和天然气等矿产的有利部位, 并对山前构造带上的城市造成地震威胁等原因^[1], 前陆冲断带在近20年来已成为构造地质学界研究的热点问题之一。目前已建立起关于这一构造部位的断层及相关褶皱的系统理论^[2~5]。

一般认为, 前陆逆冲带的后缘带和根带位于造山带内部, 由于造山带内部的构造变形复杂, 加之后期可能的改造作用, 后缘带和根带常常被隐蔽, 具体位置不清楚。中带、锋带和外缘带位于山前, 构造变形不像后缘带和根带那么复杂, 而且是油气赋存的有利部位, 故一直是研究的热点地区。

西昆仑北部山前冲断构造带大致与西昆仑造山带平行, 呈EW向延伸。柯克亚油田已经为该带展示了广阔的油气前景。该前陆冲断带的后缘带和根带位于西昆仑造山带内部或铁克里克构造带内, 前缘带位于和田和叶城凹陷。

本文主要根据地震反射资料, 结合地面地质资料对山前冲断带洛浦县至皮山县桑株乡段(约190 km)的中带和锋带, 特别是锋带进行详细的几何学与运动学分析, 以期揭示其构造形态特征与演化历史。

1 构造特征

和田前陆冲断带总体由两条大型逆冲断裂组

成: 南部的一条是铁克里克北缘断裂, 在地表呈高角度($40^{\circ} \sim 75^{\circ}$)南倾逆冲断裂。它使南盘(上盘)铁克里克构造带中的元古界逆冲到北盘(下盘)的上古生界—新生界之上, 在洛浦以东被西域组(Q_{1x})覆盖。北部的一条即通常所说的和田隐伏断裂, 它是使和田前陆冲断带就位的主要断裂(图1), 北侧

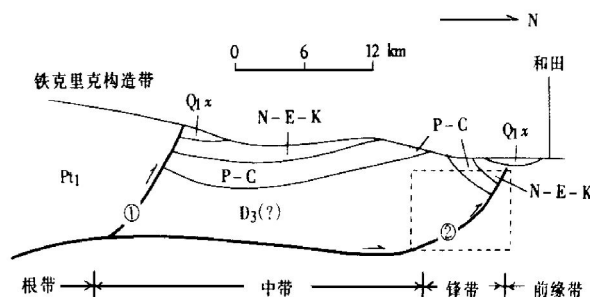


图1 和田前陆冲断带示意图

Fig. 1 Sketch map of foreland thrust belt in Hetian

①—铁克里克北缘断裂; ②—隐伏的和田断裂

虚线框表示图3和图5所反映的构造部位

是和田凹陷。地震剖面显示, 和田断裂在深部向南延伸, 最南边被铁克里克北缘断裂切断。因此, 和田前陆冲断带的主体实际上就是位于这两条逆冲断裂之间的大型断片(图1)。

和田冲断带在几何形态上一个显著的特征是, 大致以杜瓦河为界分为东、西两段, 两段的特点各不相同: (1) 东段的铁克里克山前出露了1~4排背斜(从南向北分别是吐盖推孜背斜、杜瓦背斜、其塔不塔什背斜和皮牙曼背斜), 背斜的长轴与铁克里克构造带(或西昆仑造山带)近于平行; 在杜瓦河以

西出露了两排背斜,即南边的桑株背斜和北部以二叠系为核的背斜(图 2)。(2)西段在前锋带发育北倾的反冲断层,并与南倾的铁克里克北缘断裂一起组成三角带构造;东段的和田断裂在和田市附近分

支成为 2~ 3 条次级逆冲断层,它们以高角度逆冲翘起,切割上泥盆统一下第三系,同时在这些次级逆冲断层的上方发育褶皱构造。

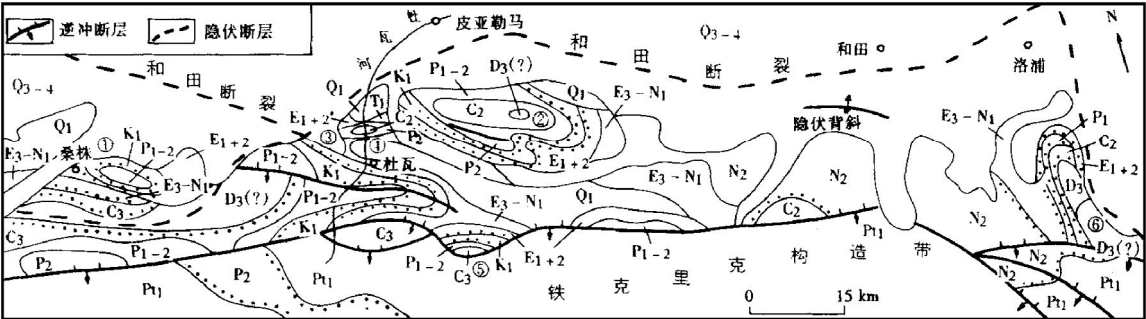


图 2 西昆仑北缘和田一带地质构造图

Fig. 2 Geologic structural map of Hetian area in north margin of west Kunlun

①—桑株背斜; ②—皮牙曼背斜; ③—其塔不塔什背斜; ④—杜瓦背斜; ⑤—吐盖推孜背斜; ⑥—阿其克背斜(断鼻)

严伦等^[6]和康玉柱等^[7]已经注意到西昆仑北缘山前冲断带的东西分段现象,认为和田断裂在杜瓦河以西呈一条隐伏断裂,以东则分裂为 2~ 3 条次级断裂,并分别给予了不同的名称,但他们对这种差异性的具体特点及造成这种差异的原因并未详细论述。从断层运动学的角度来讲,和田前陆冲断带在东西方向上构造几何学的差异,实际上反映

了冲断前锋对冲断位移的调节(或吸收)方式不同。

1.1 杜瓦河以东的断层传播褶皱

在地震反射剖面上,和田前陆冲断带的主冲断层(和田断裂)在和田一带向上分支成为 2~ 3 条次级逆冲断层,并且分别向上消失于上覆的褶皱之中(图 3)。这些次级冲断层向上分别切穿了上泥盆统(?)的浅变质岩系、石炭—二叠系的灰岩和下第

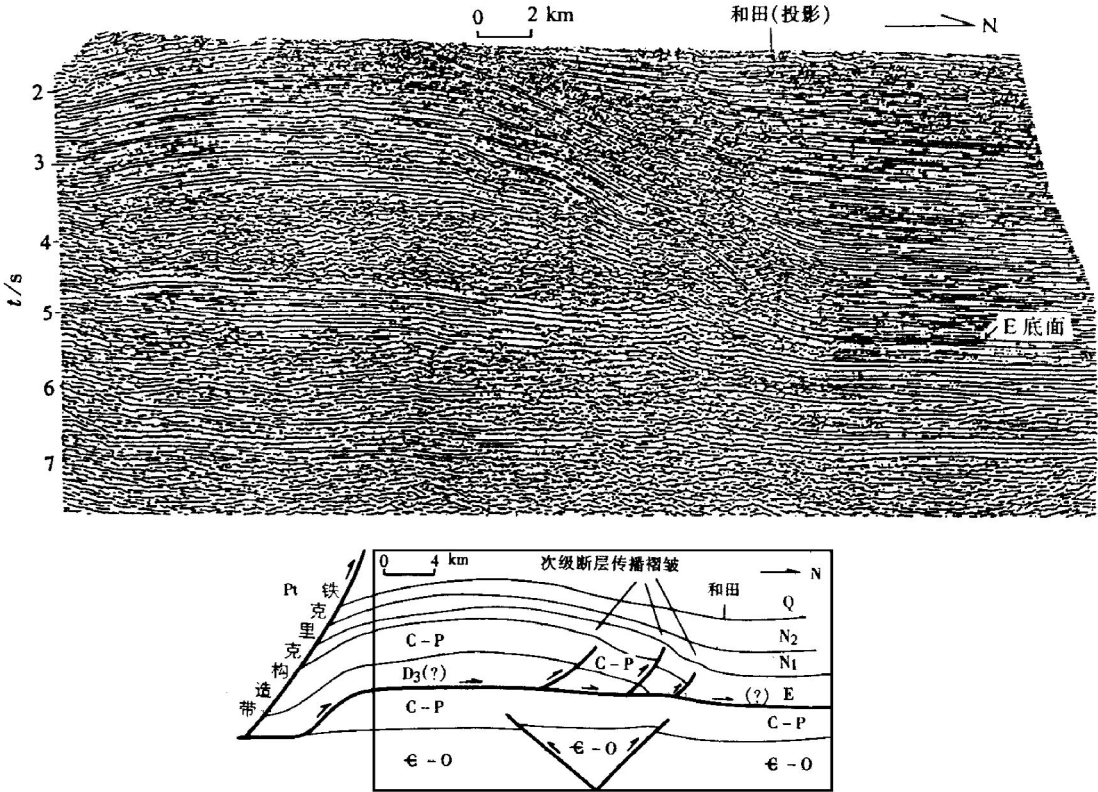


图 3 杜瓦河以东铁克里克北缘冲断系前缘带的地震反射剖面及其解释剖面

Fig. 3 Profiles of seismic reflection and interpretation from

frontal zone of the northern Tiekelike thrust system to the east of Duwa River

三系下部的部分碎屑岩, 其断距向上逐渐减小, 直至为零, 最终在上端点的上方以褶皱的形式取代了断层。这种褶皱是由于吸收了下伏断层的位移而形成的, 属于典型的断层传播褶皱(fault-propagation fold)^[4](图4A)。换句话说, 在杜瓦河以东, 和田前陆冲断带向北的冲断位移量分别被次级逆冲断层和断层传播褶皱所吸收。

在褶皱形成之后, 如果断层的位移量继续增加, 当褶皱变形不能完全调节该断层的位移量时, 断层就沿着与褶皱轴面近于平行的方向切穿整个褶皱, 形成破裂-冲断褶皱(图4B)^[8]。杜瓦背斜

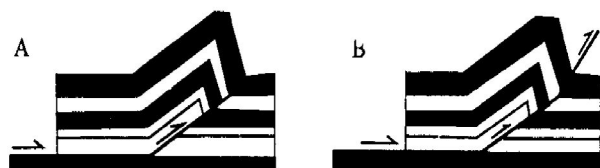


图4 断层传播褶皱与破裂-冲断褶皱的概念模型^[4]

Fig. 4 Conceptual model of the fault-propagation and break-thrust folds

A—断层传播褶皱, 断层的位移量向上逐渐减小, 直到消失;

B—破裂-冲断褶皱

北翼和皮牙曼背斜南翼均发育与轴面近于平行的

断层, 它们可能就属于这种情况。

从冲断带运动学的观点来看, 地表出露的上述4排背斜构造极可能是和田前陆冲断带在向北的冲断推覆过程中, 由早期前锋造成的褶皱被后期抬升至地表所致。

1.2 杜瓦河以西的反冲断层与三角带构造

在杜瓦河以西, 桑株一带的地震反射剖面上明显地存在一组向北中等倾斜的反射界面, 它被解释为北倾的反冲断层, 与南倾的铁克里克北缘逆冲系及其下伏的反射界面共同组成一个三角形的构造楔(图5), 属于“三角带”构造^[9]。

桑株一带的反冲断层虽然没有得到钻井证实, 但桑株以西45 km处的阳1井钻探结果已证实了那里的三角带构造, 这从侧面说明桑株反冲断层是存在的。桑株反冲断层被桑株南的逆冲断层截断, 表明前者的形成时间早于后者。下第三系以上地层总体受构造扰动较小, 桑株以北近地表处中新统-第四系产状的扰动应是受重力滑动构造的影响所致。沿下第三系底部向北的冲断活动可能一直到达麻扎塔格地区, 在那里该冲断层冲出地表*。

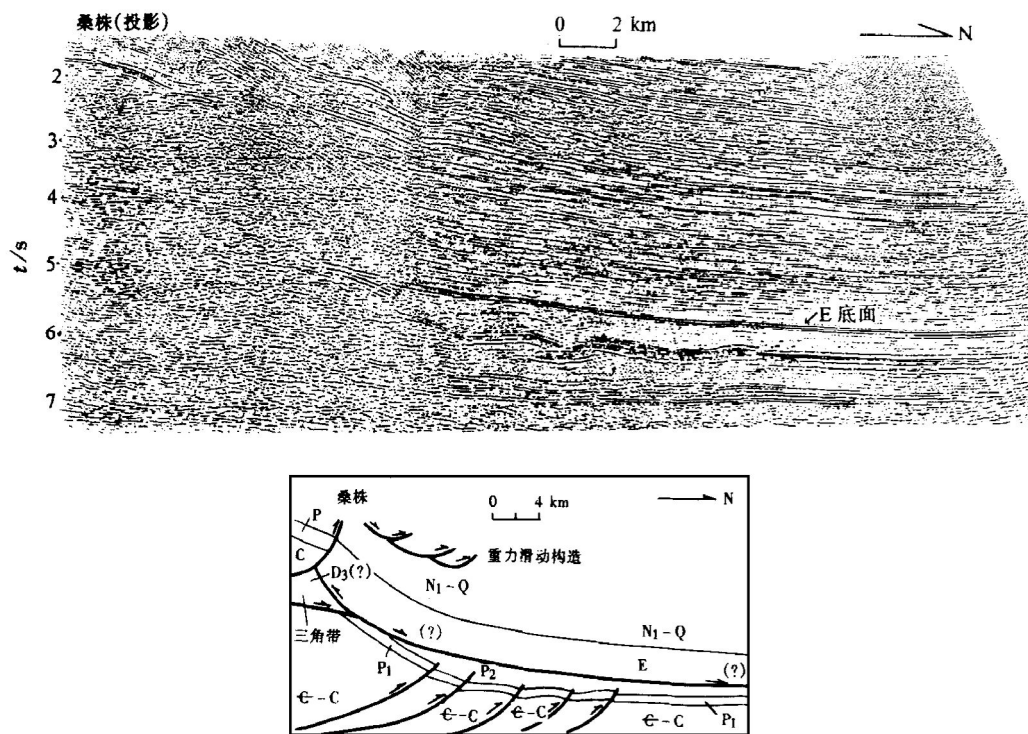


图5 杜瓦河以西铁克里克北缘冲断系前缘带的地震反射剖面及其解释剖面

Fig. 5 Profiles of seismic reflection and interpretation from front zone of the northern Tiekelike thrust system to the west of Duwa River

与杜瓦河以东的情况不同, 在杜瓦河以西的桑株一带, 西昆仑北缘向北的冲断位移量早期主要被

* 何登发, 罗金海, 柳少波, 等. 和田区块南部山前构造带与油气区带研究(研究报告). 1998

反冲断层和下第三系之下的叠瓦状逆冲断层吸收,晚期则分别被向北冲断的铁克里克北缘断裂、桑株南断裂沿下第三系底面的逆冲断层吸收。在这个过程中,由于反冲断层的存在,桑株一带的地表褶皱构造不如前述的东段发育。

2 发育过程及其成因分析

2.1 晚泥盆世开始活动

现有资料表明,和田前陆冲断带从晚泥盆世已开始发育,理由是:(1)在阿其克背斜(图2)核部出露了厚达1 325 m的上泥盆统奇自拉夫组(D_3q)同沉积砾岩。该砾岩分布局限,结构成熟度和成分成熟度均较差,砾石成分反映它是剥蚀物就近堆积的产物,应该是当时西昆仑向北冲断活动带前锋处的同沉积砾岩。(2)在桑株、杜瓦及阿其克背斜核部出露的一套浅变质岩系(图2)是在晚泥盆世中—晚期西昆仑向北的冲断活动中由动力变质作用而形成的。这套浅变质岩比铁克里克构造带中的元古界变质岩的变质程度明显偏低。在阿其克背斜核部被上泥盆统奇自拉夫组(D_3q)同沉积砾岩以角度不整合覆盖;在杜瓦、皮牙曼和桑株等地被上石炭统卡拉乌依组(C_2k)灰岩以角度不整合覆盖。策勒县城东南部的民参1井两次钻遇这套浅变质岩及不整合于其上的上石炭统塔哈奇组(C_2t)灰岩,说明至少上部的浅变质岩一定是构造形成的。长期以来,对该浅变质岩的时代、成因等问题的不同认识严重地影响了对该地区构造发育历史的研究。现在该套地层中陆续发现了苔藓虫、有孔虫、孢粉以及植物等化石*,基本可确定这套浅变质岩原岩的形成时代为晚泥盆世。该浅变质岩被奇自拉夫组(D_3q)以角度不整合覆盖的事实说明,该变质岩的原岩在沉积之后很快就受到变质作用改造。(3)贾承造等^[10]在塔里木盆地南部解释出了志留—泥盆纪的古逆冲构造带,作为昆仑造山带北缘构造带的一部分,和田一带也可能在泥盆纪时已开始冲断活动。

2.2 新生代大规模滑脱逆冲

虽然和田前陆冲断带从晚泥盆世已开始发育,但大规模的冲断活动是在新生代,特别是在印度板块与欧亚板块碰撞之后才发生的。除了前述的岩

石学证据和塔里木盆地内部的古逆冲构造^[6]之外,新生代以前的冲断构造已经受到了后期冲断活动的彻底改造。这是因为:

(1)始新世以来印度板块与欧亚板块的碰撞,中国西部整体处于南北向的挤压构造环境之中,存在大规模冲断活动的大地构造背景。

(2)铁克里克北缘逆冲断层已经向北逆冲到西域组(Q_{1x})之上(图1)。

(3)新生界,特别是古新统阿尔塔什组(E_1a)中发育大量膏盐、泥岩和膏泥岩层,下第三系中这类地层的厚度一般都大于60 m,皮牙曼背斜东北翼处下第三系石膏的累积厚度达136 m;与下第三系底面直接接触的二叠系普司格组(P_{1-2p})顶、底部分别发育厚达400~670 m与75~206 m的泥岩。这些膏泥岩层为形成大规模滑脱构造提供了物质基础。

2.3 成因分析

由于东西两段发育在大致相同的地层组合中,冲断带在东西方向上构造形态的差异应该是由不均匀冲断活动造成的。不均匀的冲断活动可能主要表现在两个方面。

(1)东西两段冲断滑脱深度的不同。西段在大部分的冲断活动中滑脱深度相对较大,仅是后期才沿着下第三系底面滑脱;东段仅在早期的冲断活动中沿着深部滑脱面滑脱,后来则主要沿着二叠系顶面或下第三系底面滑脱,滑脱深度相对较小。这是因为西段桑株一带下第三系底面之下发育叠瓦状逆冲断层(图5),相应的构造在东段则不发育(图3)。推测这些叠瓦状逆冲断层向下归并到中寒武统底面滑脱层,原因在于塔里木盆地西南部的中寒武统是一个膏泥岩层也很发育的层位。在英买力地区,英买1井已经证实了由厚层石膏形成的滑脱褶皱。

(2)推覆体的厚度不同。新生代以来叶城凹陷是一个明显的沉降中心,新生界厚度向西增大。策勒县境内的民参1井在约3 720 m处钻穿第三系,而英吉莎县境内的英科1井则在6 000 m深处才钻穿巴什布拉克(E_{2-3b}),表明西段地区古新统阿尔塔什组(E_1a)膏泥岩层(图3和图5中下第三系底面)之上的推覆体厚度大于东段,在向北的推覆活动中受到较大的阻力,因而发生反冲断层;而东段由于推覆体厚度相对较小,受到的推覆阻力也相对较小,推覆活动持续进行,没有发生反冲断层。事

* 修申成,刘宁,张海峰,等.胜利和田探区地层、沉积及储层特征研究(研究报告).1997

实上,东段地表构造的出露宽度就大于西段(图2),这也从侧面说明东段的向北冲断活动比西段强烈。

桑株以北近地表处的变形显然是顺层滑动的结果(图5),可能由两种情况造成:(1)起伏断面逆冲断层的后缘带和中带被剥蚀后的残余部分;(2)重力滑动构造。由于第一种情况与区域地质构造特征极不协调,第二种情况应当更为合理。塔里木盆地西南部渐新统一第四系最厚达8 300 m,仅西域组(Q_{1x})厚达2 000 m,其中以砾岩为主,说明晚第三纪以来西昆仑曾有过急剧隆升的历史,在这种情况下易于发育重力滑动构造。

3 结论

(1)和田前陆冲断带的锋带沿走向方向(即东西方向)几何形态不同。大致以杜瓦河为界,以西发育反冲断层,构成三角带构造;以东则表现为多条不同次级逆冲断层。

(2)造成东西段差异的主要原因是冲断系对滑脱位移量的吸收方式不同,而造成吸收方式不同的根本原因则是滑脱深度的不同。西段由于滑脱深度较大,推覆体受到的阻力较大,因而发育反冲断层;东段由于滑脱深度较小,推覆体易于持续向前滑动。

(3)杜瓦河以东,在和田前陆冲断带的锋带发育断层传播褶皱,地表的四排背斜就是由这些断层

传播褶皱被抬升到地表后形成的。

(4)虽然和田南冲断带从晚泥盆世已开始发育,但现在保存下来的主要是新生代以来的冲断构造,前期的冲断构造形态已难以识别。

参 考 文 献

- 1 Shaw J H. Earthquake hazards of active blind-thrust faults under the central Los Angeles basin, California [J]. *Journal of Geophysical Research*, 1996, 101(B4): 8 623~ 8 642
- 2 Suppe J. Geometry and kinematics of fault bend folding [J]. *American Journal of Science*, 1983, 283: 684~ 721
- 3 Suppe J, Chou T G, Stephen C H. Rates of folding and faulting determined from growth strata [A]. In: McClay K R, ed. *Thrust tectonics* [C]. London: Chapman & Hall, 1992. 105~ 121
- 4 Suppe J, Medwedff D A. Geometry and kinematics of fault-propagation folding [J]. *Eclogae Geologicae Helveticae*, 1990, 83: 409~ 454
- 5 Homza T X, Wallace W K. Geometric and kinematic modes for detachment folds with fixed and variable detachment depths [J]. *Journal of Structural Geology*, 1995, 17(4): 575~ 588
- 6 严伦,李治水,谢晓安,等.构造与油气圈闭(塔里木盆地油气勘探丛书) [M]. 北京:石油工业出版社, 1995. 146~ 148
- 7 康玉柱,张文献,周棣康,等.中国塔里木盆地石油地质特征及资源评价 [M]. 北京:地质出版社, 1996. 103~ 105
- 8 Fischer M, Woodard N, Mitchell M. The kinematics of break-thrust folds [J]. *Journal of Structural Geology*, 1992, 14(4): 451~ 460
- 9 Jones P B. Triangle zone geometry, terminology and kinematics [J]. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 1996, 44(2): 139~ 152
- 10 贾承造,魏国齐,姚慧君.塔南志留-泥盆纪古逆冲构造带地质构造特征 [A]. 见:童晓光,梁狄刚,贾承造,编.塔里木盆地石油地质研究新进展 [C]. 北京:科学出版社, 1996. 217~ 224

TECTONIC CHARACTERISTICS OF FORELAND THRUST BELT IN HETIAN SECTION, NORTH MARGIN OF WEST KUNLUN

Luo Jinhai¹, He Dengfa²

(1. Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Beijing; 2. Geological Branch,
Scientific Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing)

Abstract: The analysis of the western Kunlun foreland thrust belt in Hetian Region shows that the structural style of the thrust belt changed greatly along its strike. In the eastern part of the Duwa River, its frontal zone consists of 2~ 3 south-dipping second-order thrusts that disappeared upwards into the overlying fault-propagation fold; in the western part of the Duwa River, its frontal zone is north-dipping backthrust which is a part of the triangle zone. The genetic analysis of the thrust belt indicates that the difference of the detachment depths along its strike resulted in different structural styles. The western section detached mainly along the Mid-Cambrian sole, but the eastern section detached mainly along the Tertiary sole.

Key Words: Hetian; thrust belt; detachment depth; characteristics