

# 长江中下游前陆带南缘 青阳—泾县一带印支运动的特征及意义

黄德志<sup>1</sup>, 邱瑞龙<sup>2</sup>, 吴言昌<sup>2</sup>

(1. 中国科学技术大学地球与空间科学系, 安徽 合肥 230026;

2. 安徽省地质科学研究所, 安徽 合肥 230001)

**提要:**长江中下游前陆带南缘安徽省青阳—泾县一带的印支运动表现为一系列连续的不同变形形式的构造运动。印支主褶皱前发生了重要的挤压拆离构造, 主褶皱后发生了广泛的逆冲(南部)和重力滑动(北缘)构造。3 个变形阶段是同一区域应力场持续作用下的连续过程, 形成挤压拆离—褶皱—重力滑动构造系统, 是褶皱带前缘和山前带典型变形组合, 表明本区北部为江南褶皱带山前带。

**关 键 词:**印支运动; 挤压拆离; 重力滑动; 山前带变形

**中图分类号:**P542.2

**文献标识码:**A

**文章编号:**1000—3967(2000)01—0051—07

研究区北邻大别造山带的前陆褶皱带——长江中下游褶皱带, 南与江南褶皱带相毗邻(图 1)。目前对其大地构造归属, 即归属长江中下游前陆褶皱带南缘, 还是归属江南褶皱带北缘, 亦或为二者的过渡带, 尚无统一认识。而印支运动构造变形特征正是解决这一问题的关键。一般将印支运动分为两幕, 第一幕称金子运动, 第二幕称南象运动。而对金子运动亦存在不同认识, 本文对此不作划分和讨论, 将印支旋回发生的构造运动统称印支运动。研究表明印支运动在本区不是一次简单的区域褶皱作用, 在褶皱前、后均发生了重要的构造变形。褶皱前的构造变形表现为挤压拆离作用。褶皱后的构造变形在北缘表现为重力滑动构造, 形成近东西向展布的一系列飞来峰, 飞来峰下伏原地系统表现向南东的被动反冲; 在南部表现为发育一系列的逆冲构造。这 3 个变形阶段反应的应力场相同, 时代跨度为中—晚三叠世, 为基本连续的过程, 形成时间、空间上密切联系的变形系统, 即挤压拆离—区域褶皱—重力滑动构造变形系统。表明本区北缘为江南褶皱带北缘山前带。

## 1 挤压拆离构造

本区(包括长江中下游)在印支期主褶皱前存在一期与地层平行或低角度相交的拆离构造, 但一系列变形指示其形成机制为挤压机理, 拆离构造为挤压拆离构造。

收稿日期: 1998—03—31; 修订日期: 1999—09—14

**作者简介:**黄德志(1963-03), 男(汉族), 安徽舒城人, 中国科学技术大学工程师, 硕士, 1990 年毕业于中国地质科学院研究生部从事构造地质化学研究。

©1994-2011 China Academic Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

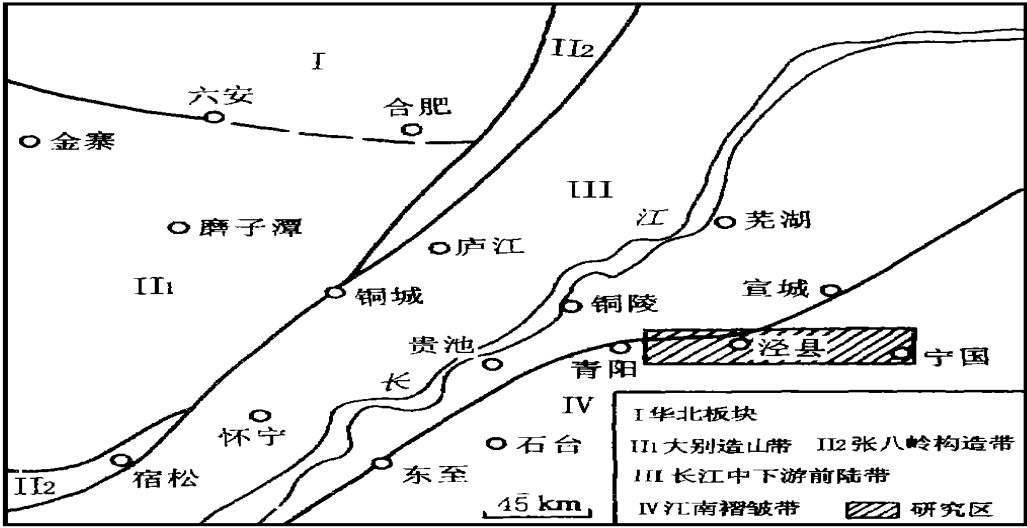


图 1 研究区大地构造位置图

Fig.1 Location of tectonics in the study areas

1.1 变形构造特征

(1)强烈的层间剪切:本区层间滑动构造形迹十分明显,在向斜核部的三叠系地层中最易观察,滑动过程剪切作用较强,层面上形成新生方解石,构成擦痕线理。在蔡村叶家岗三叠系中发育完好的顺层剪切带,剪切带宽约 1 m,下部剪切强烈,为断续的构造条带,上部剪切稍弱,为拉长、定向的构造角砾,镜下鉴定下部已达糜棱岩。这种强烈的顺层剪切并非褶皱过程的产物,形成于褶皱之前。

(2)挤压拆离褶皱:于泾县陈村镇南西 1 km 河漫滩陡坎南陵湖组( $T_1n$ )上段内见有十分壮观的褶皱群,位于区域上向斜南东翼离核部不远的部位。单个小褶皱为尖棱状,两翼近等长,翼角中等,轴面产状  $220^{\circ}\angle 38^{\circ}$ ,多为倒转斜卧褶皱,没有不对称“歪头”现象,与多级协调褶皱或寄生褶皱颇为相似。追索该点发现,褶皱群南南东方向的地层(即下伏地层)产状正常,倾向北北西,且稳定,褶皱群北北西方向的地层(上覆地层)在褶皱近处呈“S”形弯曲,向深处趋正常,岩层弯曲形态与褶皱群上边界一致,远离褶皱群,地层产状渐趋正常,其变化为逐渐过渡关系。褶皱群与下伏地层间为拆离面。与上、下地层关系同样亦证明褶皱群决非印支区域褶皱过程中层间滑动的产物。实际上,从区域上看,本褶皱群即为南陵湖组揉皱灰岩,被解释为同沉积滑动构造<sup>[1]</sup>。作者 1994 年在巢湖地区进行野外调研时,观察到的南陵湖揉皱灰岩的褶皱形态完全与之相同,由此可见,本褶皱群具有区域性分布的特点,产于特定的地层层位。褶皱的形态又否定了其同沉积滑动成因,因此只能解释为挤压拆离或滑脱作用的结果。

本区最典型的褶皱群与挤压拆离褶皱形态更为相似,这是理想状态,当岩层埋深稍深或由于局部应力集中等因素而使岩石塑性提高时,可以出现非尖棱褶皱。这里发育很壮观的褶皱群是拆离断层不断爬坡的结果<sup>[2]</sup>,当拆离面在稍大范围内较稳定时,即叉支断裂不发育时就出现冲断—褶皱构造式样,本区这种组合较发育,以泾县晏公煤矿南公路边发育的最为直观。

Ramsay<sup>[3]</sup>认为这种褶皱不可能起因于弯滑作用,乃褶皱前缩短作用的产物。

## 1.2 拆离时代

陈村剖面清楚显示,褶皱群参与了印支主褶皱过程,夹于区域向斜一翼的层内,其存在影响印支主褶皱过程上覆地层的局部变形,地层局部倒转而围绕褶皱群弯曲,证明拆离作用发生于印支期主褶皱之前。本区以及长江中下游,印支期褶皱主幕发生于三叠纪末,侏罗系为陆相磨拉石沉积,并普遍高角度不整合于三叠系之上,这已是公认的事实。拆离作用卷入的最新地层为南陵湖组,南陵湖组之上缺失中、上三叠统,因此只能推断拆离作用发生于中一晚三叠世这段时期。

## 1.3 拆离面及运动方向和背景

拆离构造主滑面的确定是拆离构造研究的重要内容。对于能直接观察到主滑面及其上、下的外来系统和原地系统的拆离构造,主滑面的确定比较方便和可靠。本区拆离构造系统经过后期多期构造的破坏,同时顺层拆离地层总体稳定性未受破坏,使得主滑面的确立比较困难。本次拆离构造是印支期主褶皱之前发育于山前带的一种典型的构造运动<sup>[4]</sup>,一般拆离面都发育在新地层内,蔡村叶家岗发育于南陵湖组上段下部的顺层强剪切带很可能就是重要的拆离面之一,推测是形成南陵湖“揉皱灰岩”层的主滑面。一系列的构造迹象和区域分析表明,拆离构造运动方向为北—北西向。褶皱群单个褶皱轴面产状多为 $220^{\circ}\angle 38^{\circ}$ ,两侧近旁正常的地层产状倾向北西,倾角 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ,如果忽略主褶皱期层间剪切产生的旋转,地层恢复水平后,褶皱群轴面倾向南,反应向北的运行。与拆离构造共生的被动反冲等(见后文)反应的本期构造的主运动方向亦为北西—北北西向。众所周知,印支期本区以及长江中下游整个地区,主压应力方向为北西—南东向,不仅形成了区域褶皱主体格架,亦反映了主褶皱前拆离构造的区域应力状态。

综上所述,本区在中、晚三叠世发生了一次顺层拆离运动,该期拆离并非常见的拉张拆离作用<sup>[5]</sup>,发生于北西(北北西)—南东(南南东)方向主压应力状态下,为收缩机制下的构造作用,产生了壮观的挤压拆离褶皱,发生强烈的顺层剪切,伴有广泛的逆冲,各种构造形迹均指示运动方向为北西(北北西)向。

## 2 区域褶皱作用

挤压拆离作用之后,随着区域挤压的继续,这种拆离已不能调节地层的缩短,遂发生了印支期区域褶皱作用,构成了现在的区域主体构造格架。由于受研究区域的限制,对背斜涉及很少,向斜的总体特征是:多为开阔—中等闭合的正常向斜,个别向斜向南东倒转,枢纽方向总体为北东—南西向,溪口白果树向斜为近南北向。向斜核部及近旁常发育露头尺度的次级褶皱,次级背斜核部附近发育层间小褶皱,指示为两翼向核部运动的纵弯褶皱作用。

## 3 逆冲—重力滑动构造

本区一个极引人注目的地质现象是北缘零星分布的异地系统的滑片。研究发现,这些外来体分属于两期不同的构造事件。大多为印支期重力滑动的结果,即本文的讨论对象。

### 3.1 宣城新田寺门口—靠山重力滑动构造

(1)上覆滑动系统:出露于宣城新田寺门口—靠山一带,呈近东西向的长条形,东西长5.5

km,南北宽约 500~1 000 m,主要由栖霞组硅化岩和少量五通组石英岩组成。在寺门口下伏原地系统为龙潭组,在靠山上覆地层为五通组,下伏为三叠系。靠山上覆系统五通组可明显分成 3 个次级滑片,滑动面总体产状倾向北,倾角  $20^\circ$ ,滑动面被后期近南北向(北北东—南南西)断层所切,之上为上白垩统宣南组不整合覆盖。

(2)下伏原地系统变形特征:靠山四周平坦区出露的龙潭组—三叠系即为与上覆外来系统直接接触的原地系统。三叠系出露良好,变形较强,普遍发育不对称的歪头褶皱和反冲断层。指示的物质运动方向均为由北西向南东,与上覆滑覆系统的运动方向相反,区域上中生代以后不具有这种变形特征,乃是收缩机制下滑动构造前缘带下伏系统的被动反冲(passive back-thrust)作用所致,是山前地带 4 种典型构造形式之一(如巴基斯坦 Mackenzie 山脉的前陆带)。下伏系统这种特征的变形证明构造不是在区域伸展机制下形成的,其构造动力学背景为挤压收缩机制。

(3)后缘推覆构造:来自南部的靠山外来体,下伏局部性滑覆面倾向北,然而其究竟是伸展机制下的滑覆还是挤压机制下的推覆,除了上述的前缘下伏变形特征指示作用外,南部根带变形特征对此作了进一步证实。在华阳西 500 m 山边处五通组覆盖于龙潭组之上,再向南在杨树宕见金陵组覆盖于船山组之上。近后缘普遍出现老地层断于新地层之上的现象,证明滑动构造是挤压机制下的推覆构造。这种后缘推覆构造在水岭坛阳里有极好的露头(图 2)。本点为硫铁矿区开采点,为一向北西近顺层推覆构造,上覆为黄龙灰岩,下伏为五通组,两者间为一明显的构造面。滑动面近旁金陵组断续出露,发育剪切不对称小褶皱,指示向北西方向运动。滑面附近五通组内发育破劈理,产状  $125^\circ \angle 45^\circ$ ,指示上覆地层向北西的剪切。另在与此点相距 200 m 左右的探井内见到滑面,两点相连看出滑面倾向南(亦可能倾向南东、南西),据破劈理产状推断倾向南东,沿断面见有后期矿化。推断推覆时代为成矿前,属印支期。

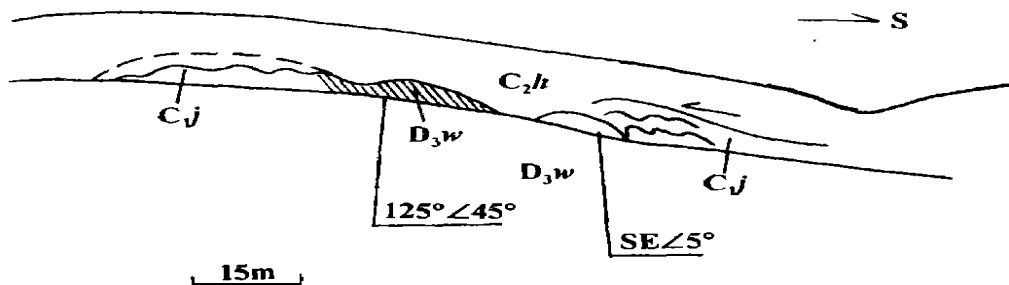


图 2 泾县水岭坛阳里推覆构造素描图

Fig. 2 Sketch of the nappe at Tanyangli, Shuiling, Jingxian county

$D_3w$ —五通组石英岩; $C_2h$ —黄龙组灰岩; $C_1j$ —金陵组粉砂岩、页岩

综上所述,靠山外来块体是在区域挤压背景下形成的,由于挤压褶皱隆起造成重力失稳,在山前地带形成重力滑动构造,滑动面倾向北—北西,运动方向北—北西,形成于印支期,滑覆体为宣南组( $K_2x$ )不整合。本滑动构造向东可与稽亭岭滑动构造相连。

3.2 晏公煤矿南重力滑动构造

泾县晏公堂镇煤矿南公路边采矿场有一完整的重力滑动构造,上覆、下伏两套地层在地层产状、变形特征上迥然不同,上覆系统在剖面上的宽度 700~800 m,由多个构造叠片组成,变形强烈,为一典型的挤压褶皱隆起—重力滑动构造。

(1)上覆系统:由薄层及中厚层灰岩组成,部分地段夹钙质页岩,1:20 万区调报告划为南陵湖组,岩性组合更接近和龙山组。上覆系统根据变形的差异划分出 7 个构造岩片(图 3),各岩片变形特征不同。

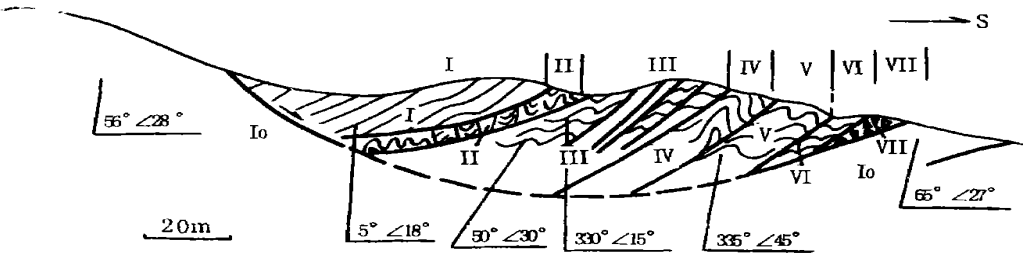


图 3 晏公堂晏公煤矿南重力滑动构造剖面图

Fig.3 Profile of gravity slide to the south of Yangong coal mine at Yangongtang

岩片 I:位于滑覆体最后缘,地层总体产状稳定( $5^{\circ}/18^{\circ}$ ),小型褶皱少见,地层发生挠曲。挠曲枢纽产状  $60^{\circ}/42^{\circ}$ ,北西翼长缓,南东翼短陡,指示由北西向南东方向滑动。

岩片 II:地层产状直立,发育一系列小型直立褶皱,宽几米,为一强构造变形带,为次级铲式断裂构造活动带。

岩片 III:宽 40 m 左右,发育一系列片内次级铲式断裂及拖曳褶皱。拖曳褶皱枢纽产状  $50^{\circ}/30^{\circ}$ ,北西翼中等倾斜,南东翼近直立,指示运动方向由北西向南东。片内保存有早期的顺层滑动构造,由于顺层挤压拆离形成层面间不对称褶皱,所指示的运动方向为南东向北西,与重力滑动方向相反(图 4)。

岩片 IV:宽几—十几米,地层产状直立,发育密集劈理,为次级断裂构造密集地带。

岩片 V、VI:两岩片内变形特征相同,两岩片间为一明显的断裂分割。片内发育倒转歪头褶皱,北西翼为长翼,产状正常,南东翼短,向北西倒转,小褶皱枢纽产状同岩片 III 相近,已近滑体前缘,次级断裂表现为向南东逆冲(图 5)。

岩片 VII:构造破碎带。岩石强烈破碎,形成大小不等、棱角状的构造角砾。

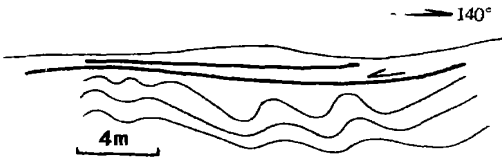


图 4 晏公煤矿重力滑动体岩片 III 内保留的早期层间滑动构造

Fig.4 The early bedding slide structure in the rock III formed by gravity slide at Yangong coal mine

(2)下伏(原地)系统及滑动面:下伏系统由南陵湖组薄及中厚层灰岩组成,很少夹页岩。地层产状稳定,为  $56^{\circ}/28^{\circ}$ (后缘下伏系统)和  $65^{\circ}/27^{\circ}$ (前缘下伏系统),两者基本一致,与上覆系统相比,地层褶皱微弱。滑动面前端发育构造角砾岩及强烈构造破碎,表现为逆冲断层,后端表现正向下滑,总体呈两端翘起的舟状。

综上所述,本滑动构造具有下列特征:(1)滑动面呈两端翘起的舟形态;(2)后缘挤压不明显,越向前缘挤压越明显,前缘表现向南东逆冲;(3)由一系列具不同变形特征的次级构造岩片组成,岩片间及岩片内发育一系列次级铲式断裂;(4)所有铲式断裂都表现出逆冲特点,片内小褶皱特别发育,与伸展机制下形成的滑动构造明显不同;(5)规模较小,为挤压机制下褶皱隆起而引起的局部失重的结果。

### 3.3 重力滑动构造时代

准确确定重力滑动构造时代尚有困难。重力滑动构造破坏了印支主褶皱期形成的区域褶皱(见上节),在靠山,重力滑动构造为上白垩统不整合覆盖,形成时代介于中三叠世—早白垩世之间。根据其形成构造动力学背景及区域构造演化特征,很可能形成于白垩纪以前,即发生于印支主褶皱之后的印支期。

## 4 挤压拆离—区域褶皱—(逆冲)重力滑动构造的发展及构造意义

该连续构造变形系列是本区印支期构造运动最显著的特征,同一应力场作用下,这些不同变形集于同一地区也是本区独特的构造背景及其变迁的结果。印支运动可概略分为如下几个阶段。(1)印支运动早期是本区(包括长江中下游)重要的收缩时期,区内缺失中三叠统沉积,长江中下游以沉积一套膏盐为特征,早三叠世末,区内大部分地区已隆起,并在区域挤压状态下继续抬升,构造极性由南东向北西,此时陈村以北未隆起地带处于前陆盆地的构造环境。在来自南东方向的挤压及南部逐渐隆起的联合作用下,前陆盆地发生挤压拆离,区域挤压应力状态致使拆离受阻,表层的南陵湖组形成区域上挤压拆离褶皱群。在深处,例如江南地区,可能以抬升造山来进行调整。这期挤压拆离作用拉开了长江中下游乃至整个安徽东南部强烈构造缩短和造山作用——印支运动的序幕。(2)南东—北西向区域挤压作用继续进行,由于长江中下游海盆的快速萎缩和大别造山带的逐渐隆起,夹持于大别—皖南(包括江南)两块体间的前陆带“不得不”通过区域褶皱作用来平衡强烈的构造缩短,发生区域褶皱作用,同时伴有逆冲作用。(3)强烈的褶皱抬升作用使得本区南部褶皱成山,在上述区域应力的持续作用下,构造运动以逆冲作用为主,山体北部的前陆部分区域伴有被动反向逆冲作用。强烈的褶皱和抬升使得部分隆起区发生重力失稳,形成重力滑动构造。这种重力滑动构造没有固定的方向,主要决定于古地貌。宣城溪口靠山、水东稽亭岭滑覆体滑动方向为北西,晏公堂晏公煤矿滑覆体滑动方向为南东。

本区上述印支期构造发展特征为区域构造分析提供了线索。挤压拆离和被动反冲是山前盆地构造变形的重要特征和标志。本区印支运动早期挤压拆离和被动反冲的确定,表明在印支早期江南褶皱带已主体隆起,区域上震旦系—下三叠统为同一协调的构造层表明这一隆起过程为一垂直抬升过程,早三叠世末,这种垂直抬升开始向褶皱隆起转化,江南褶皱带发生明显的褶皱造山过程<sup>[6]</sup>。在褶皱造山过程前期,本区北缘发生向北—北西拆离作用,表明此时

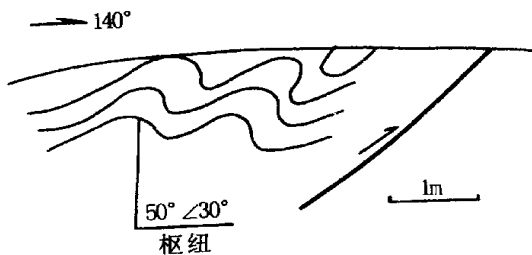


图5 晏公煤矿重力滑动体岩片V、VI内的褶皱

Fig. 5 Sketch of folds in the rock VI, V  
formed by gravity slide at Yangong coal mine

本区已处于盆缘地带附近。运动极性显示构造动力来自南—南东方向,与江南褶皱带更为密切,大别山带的驱动力对本区影响没有明显的显示。研究区北缘大致为长江中下游前陆带和江南褶皱带的界线,即为过渡带,形成了既不同于长江中下游地区,又有别于江南褶皱带的特有的岩浆岩系列和成矿作用。

### 参考文献:

- [1] 安徽省地矿局.安徽省区域地质志[M].北京:地质出版社,1987.
- [2] BOYER S E. Styles of folding within thrust sheets; examples from the Appalachian and Rocky Mountains of the U. S. A and Canada[J]. J. Struct. Geol., 1986, 8(3-4): 325-339.
- [3] RAMSAY J G and HUBER M I. 徐树桐译.现代构造地质学方法(第二卷,褶皱和断裂)[M].北京:地质出版社,1991.
- [4] VANN I R, GRAHAM R H and HAYWARD A B. The Structure of mountain fronts[J]. J. Struct. Geol., 1986, 8(3-4): 215-237.
- [5] 罗庆坤,姜大志,刘国生.中下扬子区区域性的伸展拉覆断层及其褶皱[A].见:现代地质学研究文集[C].1992, 147-156.
- [6] 徐备,郭令智,施央申.皖浙赣地区元古代地体和多期碰撞造山带[M].北京:地质出版社,1992.

## Feature and significance of Indosinian movement in Qingyang—Jingxian areas, southern margin of front land zone in the middle and lower course of Yangtze River

HUANG De-zhi<sup>1</sup>, QIU Rui-long<sup>1</sup>, WU Yan-chang<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>. Department of Earth and Space Sciences, China University of Science and Technology, Hefei 230026, China; <sup>2</sup>. Anhui Institute of Geosciences, Hefei 230001, China)

**Abstract:** A series of tectonic movement of various deformations happened during Indosinian in Qingyang—Jingxian areas, southern margin of front land zone in the middle and lower course of Yangtze River. Press detachment tectonic movement happened and was of great importance. after that, the major fold in Indo-Chinese epoch was formed, then a great deal of thrusting (at southern margin) and gravity slide (at northern margin) movement followed. The three deformationes happened continuously under the continuous effect of the same stress field to form a tectonic system of press detachment, fold and gravity slide, namely a typical deformation combination of front margin of fold zone and front margin of mountain, which show that the north part of the areas is the front zone of mountain of south part of Yangtze fold zone.

**Key words:** Indosinian; press detachment; gravity slide; deformation of front zone of mountain