

文章编号 :1007-3701(2005)04-0035-05

浙江煤山地区北北东向平移-逆冲断裂特征及变形环境

刘 荣,侯光久,张克信

(中国地质大学研究生院,武汉 430074)

摘要 :论述了浙江煤山地区 NNE 向平移-逆冲断裂的几何学、运动学特征,并用方解石 e 双晶求得平移-逆冲断裂构造岩形成时的差异应力为 100~200 MPa,变形温度为 150~220℃。扬子地块中生代时存在大型陆内造山事件,其动力来源推测为欧亚大陆与太平洋板块碰撞所产生的巨大挤压-剪切应力。

关键词 :平移-逆冲断裂;几何学;差异应力;浙江煤山

中图分类号:P548.255

文献标识码:A

浙江煤山地区在大地构造位置上处于扬子地块的内部,然而中生代以来的构造变形甚为强烈,形成一系列断裂构造并伴有褶皱,其中一组走向 NNE 的断裂尤为醒目。NNE 向断裂系指走向 NE15°~30°的断裂,现以桥涯-新杭断裂和缠岭-东风卡-马鞍山断裂为例,分别从几何形态、运动学特征以及断裂形成的环境和时代等方面进行阐述(图 1)。

1 断裂的几何形态特点

(1)桥涯-刘家岗-新杭断裂:该断裂北起桥涯北部的洪水卡,往南西方向延伸,经大梨园、碾子湾,过刘家岗到屠村,出露长度大于 10 km。走向在 NE40°~NW350°之间摆动,总体走向 NE20°左右,倾向 NWW,倾角 30°~60°。上盘(北西)地层主要是志留系唐家坞组和泥盆系五通组,下盘(南东)因地段不同而出露地层也不尽相同,桥涯一带主要是志留系和泥盆系,碾子湾-刘家岗一带则主要是石炭系与二叠系,表现为上盘逆覆在下盘金陵组、高

骊山组、老虎洞组、黄龙组、船山组、栖霞组的不同层位之上,断层破碎带宽 20~100 m,地层断距数百米。断层面在走向和倾向上均呈波状起伏,断裂带岩石强烈破碎,灰岩发生重结晶,常出现灰岩透镜状岩块,最大者达几十米。

断裂破坏了太极洞-燕子岭箱状向斜的西翼,并且使地层产状发生倒转,志留系逆掩在二叠系之上(图 2)。断裂往北东方向延伸出图区外,往南西方向到屠村后,被第四系或上白垩统构造层覆盖,情况不明,推测还应有延伸。

(2)缠岭-东风卡-马鞍山断裂:该断裂北起黄泥坞,往南南西方向延展经缠岭、西岗、凤凰亭,过东风卡,到西山卡后转为南西方向延伸至祖宁、下仁村一带,复转为南南西方向经过康山、马鞍山后继续往南延伸,斜贯图区的中西部,出露长度大于 25 km。走向在 NE60°~NW340°之间摆动,总体走向 NE30°,倾向 NW。上盘地层为志留系唐家坞组一段至泥盆系五通组,下盘地层为石炭系黄龙组、二叠系船山组、栖霞组、孤峰组、龙潭组和长兴组以及三叠系殷坑组、龙山组和南陵湖组,表现为上盘逆冲推覆在下盘的黄龙组至南陵湖组不同层位之上。以下分为北、中、南三段分别来描述。

北段:指黄泥坞-东风卡段,断层走向相对较稳定,为 NE10°~20°,倾向 NWW,倾角 50°左右,北

收稿日期:2005-05-18

基金项目:中国地质调查局 1:5 万煤山幅、长兴幅区域地质调查项目(19991390203)。

作者简介:刘荣(1980—),女,在读硕士。

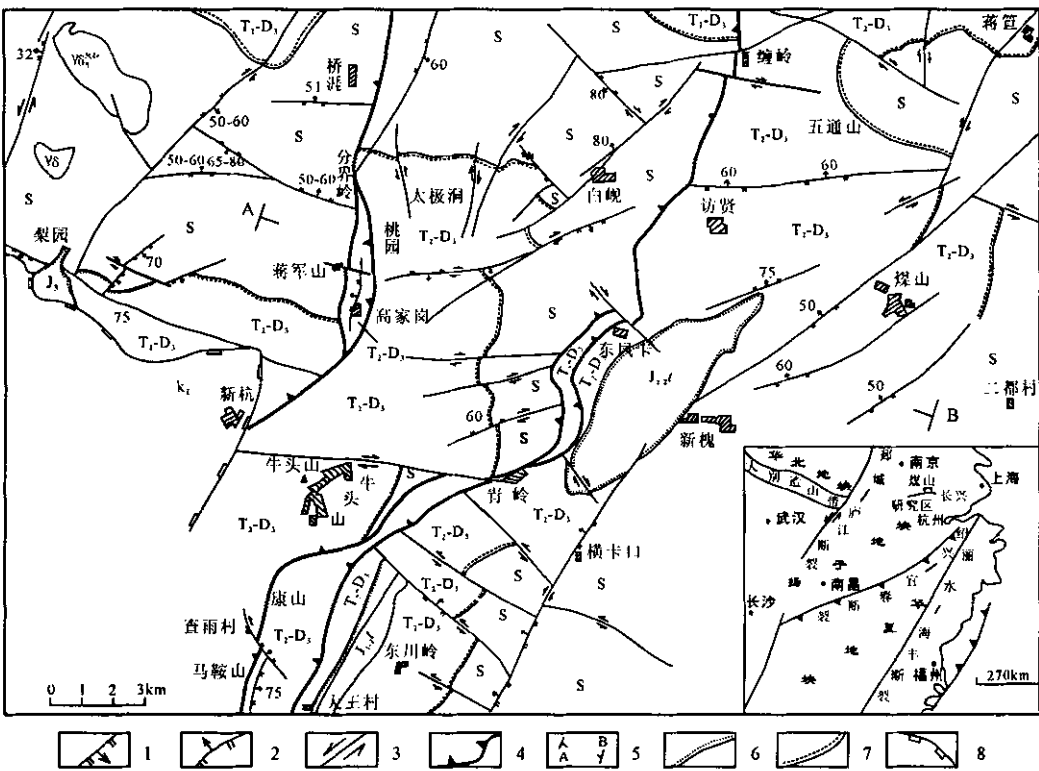


图 1 浙江煤山地区地质构造简图

Fig. 1 Geological sketch map of the Meishan area zhejiang

K₂ - 上白垩统亚构造层 J₃ - 上侏罗统亚构造层 J₁₋₂t - 中下侏罗统亚构造层 T₂-D₃ - 中三叠统 - 上泥盆统亚构造层 S - 志留系亚构造层 γδ₃⁽²⁾ - 花岗岩闪长岩 J₁ 正断层 2. 逆断层 3. 平移断层 4. 平移 - 逆冲断层 5. 剖面位置 6. 角度不整合线 7. 平行不整合线 8. 拗陷边界

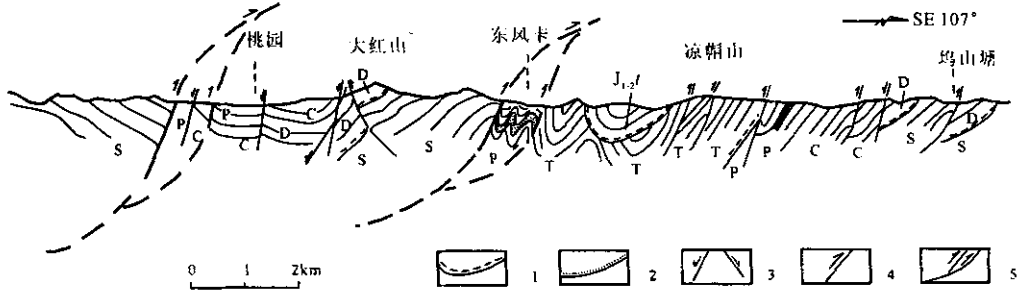


图 2 桃园 - 东风卡 - 坞山塘构造剖面图

Fig. 2 Synthetic tectonic cross-section from Taoyuan to Dongfengka

1. 角度不整合 2. 平行不整合 3. 正断层 4. 逆断层 5. 平移 - 逆冲断层 J_{1-2t} - 中下侏罗统同山群 T - 三叠系 P - 二叠系 C - 石炭系 D - 泥盆系 S - 志留系

西盘地层主要是志留系唐家坞组一至四段及泥盆系五通组,南东盘地层主要为石炭系的金陵组、高骊山组、老虎洞组、黄龙组和二叠系船山组、栖霞组、孤峰组、龙潭组,倾向 NW295°,倾角为 50°~60°,泥盆系五通组的长石石英砂岩夹石英砂岩逆冲到石炭系黄龙组的灰岩之上,且断裂带内发育有

角砾岩(图 3)。中段:系指东风卡 - 青岷岭段,此段走向 NE60°~NW340°,倾向 NW 或 SW,倾角 30°~60°,走向和倾向上的起伏很大。上盘(北西)地层为志留系唐家坞组,下盘(南东)地层为二叠系龙潭组,表现为上盘逆覆在煤系地层之上(图 4、5)。在断

裂中段凤凰亭处倾向为 298° ,倾角为 $24^{\circ} \sim 60^{\circ}$,断裂上盘可见由于唐家坞组砂岩逆冲导致的牵引构造 ,在下盘形成一个二叠系龙潭组和栖霞组的断裂夹块 ,并见煤系地层强烈揉皱变形。

据浙江省第五地质大队钻孔资料 (1974) ,断裂上盘的志留系逆冲到下盘的二叠系龙潭组和长兴组、孤峰组以及上二叠-下三叠殷坑组之上 ,并使下盘地层倒转 ,常表现为断裂夹块或断裂角砾岩 ,断层角砾岩厚达 $20 \sim 150 \text{ m}$,破碎角砾岩显碎裂岩、碎粒岩至断层泥 ,有的为构造片岩 ,灰岩角砾发生重结晶 ,砂岩显硅化。地层断距大于 2 km 。

在东风卡至西山卡段 ,发育两条逆掩断裂面 ,构成一个宽约 700 m 的断裂夹块 ,夹块内的岩性主

要为上二叠统龙潭组煤系地层 ,断裂上盘的唐家坞组三段逆覆在龙潭组之上 ,而龙潭组又逆覆在下盘的下三叠统南陵湖组之上 ,表现为双冲推覆构造之特点。

南段 :指青岷岭至马鞍山段 ,由两条平移-逆冲断裂面组成 ,走向 $NE20^{\circ} \sim 40^{\circ}$,倾向北西 ,倾角 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$,地层断距 $150 \sim 300 \text{ m}$ 。这两条平移-逆冲断裂之间形成一个宽约 1000 m 的巨大的断裂夹块 (图 1) 。

缠岭-东风卡-马鞍山断裂 ,由北而南断面倾角由缓变陡 ,地层断距由大变小。往北延伸出图至湖滢复式向斜西翼 ,宜兴-和桥一线东西两侧重力异常显著差异^① ,西侧为 $4 \times 10^{-5} \text{ m/S}^2$ 的正异常 ,东

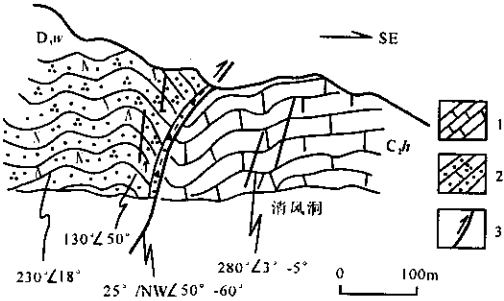


图 3 黄泥坞断层剖面素描图

Fig. 3 Sketch map showing the section of the Huangniwu fault

1. 黄龙组灰岩 2. 五通组长石英砂岩 3. 逆断层

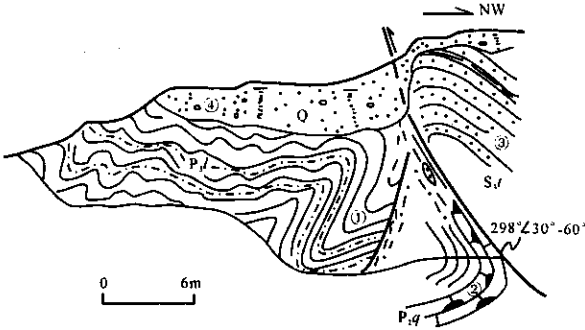


图 4 凤凰亭断层剖面素描图

Fig. 4 Sketch map showing the section of the Fenghuangting fault

①. 龙潭组煤系地层 ; ②. 栖霞组灰岩 ; ③. 唐家坞组砂岩 ;
④. 第四系坡积物

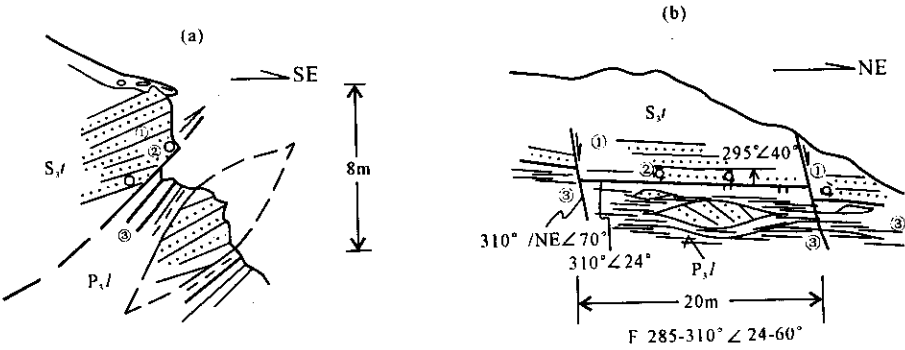


图 5 西山卡断层剖面素描图

Fig. 5 Sketch map showing the section of the Xishanka fault

① S_3l 唐家坞组长石英砂岩 ; ② 硅化角砾岩化砂岩 ; ③ P_3l 龙潭组煤系地层及砂岩透镜体 (a)横剖面 (b)纵剖面

①安徽省地质局区域地质调查队 ,宣城幅、广德幅 1:20 万区调报告 ,1974.

侧为 $28 \times 10^{-5} \text{m/S}^2$ 的负异常。断裂往南延伸出图区直到独山以南。

综上所述,NNE 向平移-逆冲断裂的几何学特征有下列几点(1) 平移-逆冲断裂面在走向上和倾向上均呈波状起伏,常有几个断面组成叠瓦状样式(2) 断层上盘主要为志留系或志留系和泥盆系地层,下盘主要为二叠系、三叠系地层(3) 断层上盘变形相对较弱,下盘变形较强烈,表现为韧性牵引褶皱、碎裂、透镜体、劈理等,体现了应变软化及局部化现象^[1]。

2 运动学特征

2.1 断裂在平面上的位移表现

从地质构造简图上可以看出断裂两边的地层发生了明显错位,如桥涯-刘家岗-新杭断裂 NW 盘的志留系与上泥盆统的平行不整合界线,位于将军山南侧刘家岗-梨园一线,呈近 EW 向展布,而在 SE 盘该界线出露在分界岭-白岬一带,相距 6 km 之多,除褶皱因素外,左行位移了数千米。近东西展布的褶皱轴被错断位移达 3 km 以上。同样,在缠岭-东风卡-马鞍山断裂,上述不整合界线在缠岭及其以北地区也发生了错位,NW 盘出露的平行不整合界线在 SE 盘则被北移到数千米以外的龙池山一带。从这些可以看出,上述二条大型 NNE 向断裂在平面上均发生了位移,表现为 NW 盘往 SW 运动,SE 盘往 NE 方向的左行平移,位移距离 3~5 km。

2.2 断裂在剖面上的位移特点

从图 2 可以看出,桥涯-刘家岗-新杭断裂带表现为两条主断面,西侧一条断裂上盘是志留系唐家坞组第三段,下盘地层是二叠系船山组,志留系逆冲在二叠系之上;东侧一条断裂上盘是石炭系,下盘地层是二叠系栖霞灰岩,石炭系逆冲在二叠系栖霞灰岩之上,两条主断面之间残存的石炭系和二叠系构成断裂夹块。缠岭-东风卡-马鞍山断裂带表现更为突出,断裂夹块为上二叠统龙潭煤系,该套地层强烈揉皱,使煤层局部富集,断裂下盘的下三叠统南陵湖组地层直立或倒转,乃至中-下侏罗统同山群组成的向斜也发生了西陡东缓的改变。

这种由 NW 往 SE 方向的逆冲(推覆)断距达 3000 m 以上。

纵观 NNE 向断裂平面和剖面上的表现,不难看出 NNE 向断裂在平面上具有左行平移、剖面上具有由 NW 往 SE 方向逆冲(推覆)的特点,实为平移-逆冲断裂系,其与位于西部的郟城-庐江断裂相类似。

3 断裂形成环境和时代

3.1 变形物理环境分析

前已述及,沿主逆冲断裂面及次级断裂面往往发育厚薄不一的断裂构造岩,薄者仅几厘米,厚者达几十米。断裂带变形多为透镜体化、细角砾岩化或片理化,表现以脆性为主、局部塑性或半塑性的变形特点。按 R. H. 西布森的断层岩分类,其形成深度为 5 km 左右,温度为 150~250℃。在缠岭-东风卡断裂带中见三叠系和龙山组灰岩强烈破碎,大的角砾有 2 cm 左右,而最小的角砾砾径则不到 1 mm,在切面上还可以看到有一些断裂碎屑已经变成了泥质,被铁染成褐黄色、褐色;显微镜下总体为细角砾岩,为毫米级或更小,见后期白色方解石脉穿插。岩石或脉体中方解石颗粒内发育 e 双晶、扭折带、弯曲双晶带,并见波状消光现象,显示一定塑性变形特征。通过对薄片中的 e 双晶进行统计(表 1),据 Friedman 和 Heavd 实验数据^[2]可求出岩石在变形时的差异应力,即灰岩在最初变形的差异应力为 100~140 MPa,早期方解石脉变形时的差异应力为 65.5~83 MPa。由此推测平移-逆冲断裂形成时的温度大体在 150~220℃,差异应力 100~200 MPa,所处深度大致在地表以下 5 km 左右,应变速率为 $(10^{-6} \sim 10^{-8}) \text{S}^{-1}$ 。在上述变形物理状态下,平移-逆冲断裂构造可以形成并位移较大距离,应变局部化是重要的因素^[1,3]。

表 1 B2156 方解石 e 双晶统计结果

Table 1 Statistics of e made in calcite of B2156

岩性	灰岩			方解石脉 1			方解石脉 2		
组数	0	1	2	0	1	2	0	1	2
粒数	75	158	98	67	105	58	28	52	41
百分比(%)	22	48	30	29	41	30	23	43	34

3.2 断裂形成时代讨论

从图2可以看出,NNE向大断裂除影响二叠系、三叠系地层外,已影响了由侏罗系同山群组成的向斜构造,另在马鞍山东部的侏罗系同山群小盆地中,由同山群构成的NNE向向斜伴生有一走向NNE、倾向NW的逆断层,该向斜及逆断层均为NNE向大断裂的伴生构造。由此可知断裂影响的最新地层至少到了早-中侏罗统,所以此断裂形成的时代是早-中侏罗世或早-中侏罗世以后。另外,桥涯-刘家岗-新杭断裂往南西方向到屠村后,被第四系覆盖而情况不明,推测还应有延伸,有可能被下白垩统地层覆盖,也可能局部影响到白垩系。由此推测断裂是在中生代燕山运动时期形成的。

3.3 NNE向断裂构造的动力学背景

从前面所述NNE向断裂系的几何学及运动学特点,反映出变形构造应力作用的方式是西部地块向南、东部地块往北的力偶形式。这与西部地区出露的郯城-庐江大断裂的形成相类似。它们的形成,在区域地质背景上是欧亚大陆向南运动、太平洋板块往北、北西方向俯冲碰撞所产生的巨大挤压-剪切应力对板内影响的结果^[4],说明扬子地块中生代时期存在大型陆内造山事件。

4 几点认识

(1)浙江煤山地区的大型NNE向断裂,在走向和倾向上均呈波状,其力学性质为平面上具左行剪切,剖面上为NW盘往SE方向逆冲,位移距离达3~5 km;

(2)平移-逆冲断裂形成时的温度大体在150~220℃,差异应力100~200 MPa,所处深度大致在地表以下5 km左右,应变速率为 $(10^{-6} \sim 10^{-8}) \text{ s}^{-1}$ 。断裂构造的形成并位移较大距离,应变局部化是重要的因素;

(3)断裂主体变形是早-中侏罗世或早-中侏罗世以后燕山运动时期形成的,说明扬子地块中生代时期存在大型陆内造山事件;

(4)在动力学机制上是欧亚大陆向南运动、太平洋板块往北、北西方向俯冲碰撞所产生的巨大挤压-剪切应力对板内影响的结果。

参考文献:

- [1]侯光久,索书田,魏启荣,等.湘西喜眉山逆冲-推覆构造的特征与变形环境[J].中国区域地质,1998,17(1): 39—43.
- [2]李四光.地质力学概论[M].北京:科学出版社,1973.
- [3]索书田,侯光久.应变局部化的地质意义[A].贵阳区域构造与矿田构造论集[C].贵阳:贵州科技出版社,1991.
- [4]钟增球,郭宝罗.构造岩与显微构造[M].武汉:中国地质大学出版社,1991.

The features and deformation environment of the north-northeast translation-thrust fault of the Meishan area, Zhejiang province

Liu Rong, HOU Guang-jiu, ZHANG Ke-xin

(China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China)

Abstract: The present paper reviews the geometrical and kinetic characteristics of the North-Northeast translation-thrust fault of the Meishan area in Zhejiang province. The differential stress for the formation of faulted rocks in the structure obtained by using the twin striation (e) in calcite is 100~140 MPa; the deformation temperature is 150~220℃. This implies that a large-scale intracontinental orogenic event occurred in the Yangtze massif (plate) in the Mesozoic and it is inferred that its dynamic source was derived from tremendous compression-shear stress produced by the collision between the Eurasia and the Pacific plate.

Key words: translation-thrust fault; geometry; differential stress; Zhejiang; Meishan

万方数据