

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

浙西北二叠、三叠纪浊积岩系 及其大地构造意义

何海清

(中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院, 北京)

陈海泓 李继亮

肖文交

(中国科学院地质研究所, 北京) (中国科学院地球物理研究所, 北京)



对浙西北上二叠统长兴组、大隆组及下三叠统政棠组沉积特征、生物生态等的研究表明, 长兴组、大隆组 and 政棠组为一套浊积岩系沉积, 沉积背景为一向东南倾斜的被动大陆边缘, 印支期造山作用使其发生了强烈的前陆褶皱-冲断变形, 岩石地球化学分析结果表明在浊积岩沉积时期, 推测可能存在部分来源于晚元古代岛弧和晚元古代造山带的物源。

关键词 浊积岩 被动大陆边缘 构造变形特征 浙西北

浙江省的二叠、三叠系沉积长期以来被认为是浅海或陆相沉积, 而无深水沉积^[1,2], 近年来虽对其沉积环境和沉积相及岩相古地理等方面进一步进行了研究, 但认识没有大的变化^[3-6]。随着近年来东南地区大地构造学研究的进展, 证实东南地区存在几个不同时代的造山带^[7-14], 其中印支期的碰撞造山作用在我国南方地区表现尤为强烈, 相对来说与印支期的碰撞造山作用相对应的沉积学研究显得滞后了。作者通过对浙西北地区长兴县煤山镇、江山县政棠村及衢州市南部大州县稻子铺村(图1)二叠系和三叠系沉积的详细研究, 发现浙西北上二叠统长兴组、大隆组和下三叠统政棠组为深水浊积岩, 同时结合岩石的变形样式、变形特征以及岩石化学分析等方面对其形成的大地构造背景进行了讨论。

1 浊积岩系的沉积环境及沉积特征

对于沉积物的沉积环境判别, 一方面可根据沉积物中的沉积构造, 另一个十分重要的标志是沉积物中生物的生态特性。本文从沉积物本身沉积特征的研究出发, 并结合生物生态分析分别对上二叠统长兴组、大隆组及下三叠统政棠组沉积特征、沉积环境进行了论述。

1.1 上二叠统长兴组沉积特征

我国长兴煤山的长兴组被认为是中国乃至世界上发育较好的二叠系最高层位, 由灰黑、黑色碳酸盐岩组成, 厚度通常为30—45m, 其沉积特征与台地相沉积明显有别, 表现为以普遍存

注: 本文为国家重大基础性研究项目“中国东南大陆及相邻海域岩石圈结构、组成与演化”的研究成果。
本文1996年5月收到, 10月改回, 周健编辑。

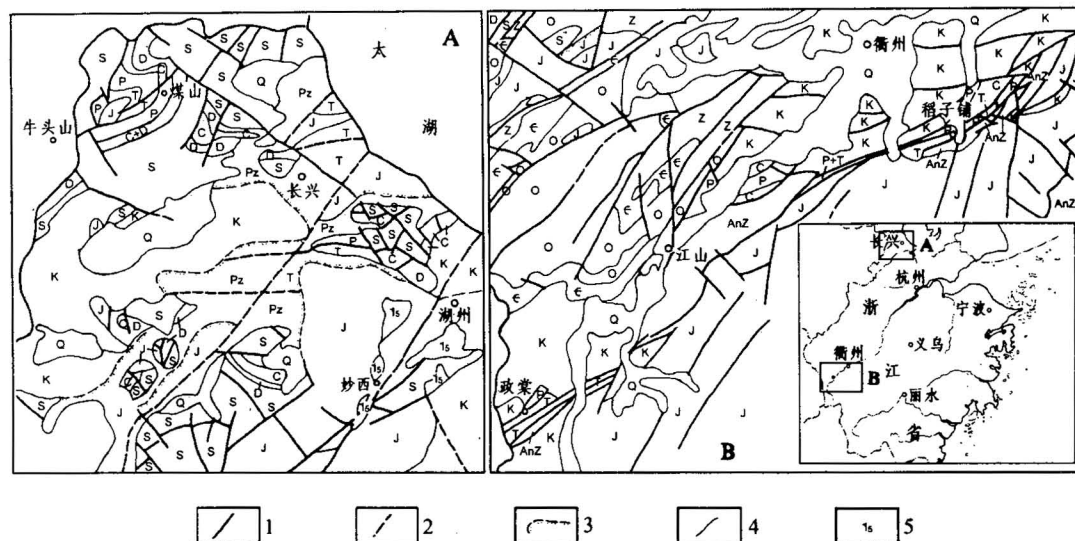


图1 研究区地理位置及地质略图

Fig. 1 The geological sketch map and location of the studied area

1—断层; 2—推测断层; 3—地层不整合线; 4—地层分界线; 5—火山岩

1—Fault; 2—inferred fault; 3—boundary of unconformity; 4—boundary of strata; 5—volcanic rock

在水流冲刷和再搬运作用留下的痕迹、正粒序结构及含有放射虫等深水生物化石为特征。

根据沉积特征可将长兴组自下而上分为三段。下部(0—13m)由薄—纹层状的粒泥灰岩和泥粒灰岩组成,沉积构造包括粒序结构、平行层理及起伏状水流波纹层理,其中无生物扰动构造。浊积岩序列以鲍马序列的 T_{ABC} , T_{AB} , T_{AC} 的发育为特征,其中以 T_{AB} 和 T_{ABC} 序列最为发育(图版 I-1),每个浊积岩单层很薄,一般只有几厘米厚,很少超过 10cm,序列间呈平坦状或起伏状冲刷接触,通常 A 段较薄而 B 和 C 段较厚,外观呈薄层的韵律沉积(图版 I-2),长兴组下段的浊积岩以层薄、多期次发育为特征,自下而上单层逐渐有变厚的趋势;中部(13—30m)由薄—中层状灰黑或黑色泥粒灰岩和粒泥灰岩组成,其中夹极薄层的黑色钙质泥岩或泥岩及极薄条带状或透镜状硅质岩。灰岩中可观察到粒序结构、平行层理、小型交错层理及发育于极个别薄层平行层理灰岩中的生物扰动构造,其中以前两者最为发育,且在泥晶灰岩底面可见到大量底模构造(图版 I-3),如重荷模、发育不好的槽模及个别层面见到遗迹化石,浊积岩序列以鲍马序列的 T_{ABC} , T_{AB} , T_{AC} , T_{ABCDE} , T_{BCDE} 的发育为特征,浊积岩单层厚度有所加大,一般多在 10—25cm 范围内,部分不超过 10cm,与下段明显不同的是单层厚度加大, A 段明显加厚且出现了 DE 段,浊积岩中出现了较厚的发育较完整的鲍马序列(图版 I-4);上部(30—40m)由薄—中层状灰黑或黑色泥粒灰岩和粒泥灰岩组成,其中夹极薄层的黑色钙质泥岩或泥岩及极薄条带状或透镜状硅质岩。沉积特征基本与中部同,只是单层厚度有所增加。可见到二层(单层 < 10cm)生物扰动平行纹理状灰岩,浊积岩序列以鲍马序列的 T_{ABC} , T_{AC} , T_{ABCDE} , T_{BCDE} 的发育为特征,浊积岩单层厚度一般多在 10—35cm 范围内,部分较薄(< 10cm)或较厚(35—45cm),浊积岩序列中出现了较厚的 A 段及 DE 段,浊积岩中存在较厚的发育较完整的鲍马序列。长兴

组沉积序列见图2。

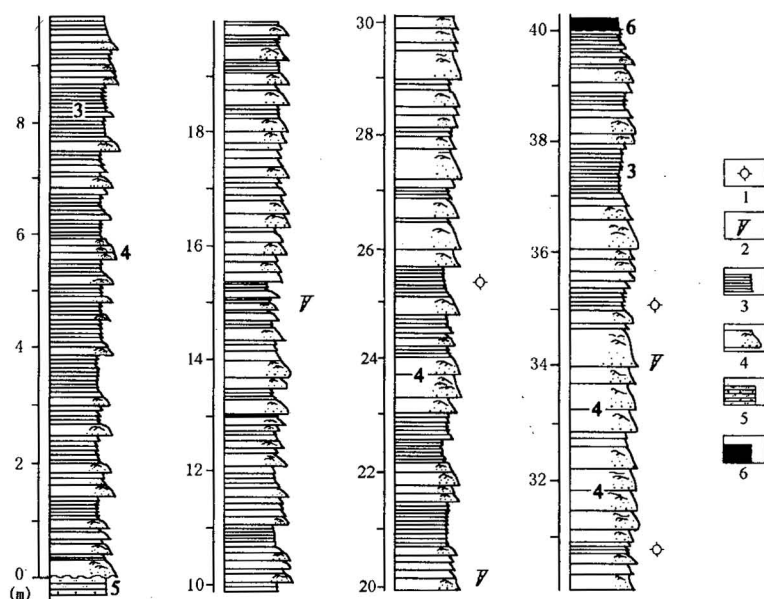


图2 浙西北长兴县煤山镇长兴组沉积序列

Fig. 2 Sedimentary sequence of Changxing Formation in Meishan, Changxing County, NW Zhejiang

1—放射虫化石;2—生物扰动构造;3— T_{AB} 及 T_{ABC} 序列;4— T_{AC} 、 T_{ABC} 、 T_{BCDE}

和 T_{ABCDE} 序列;5—上二叠统龙潭组;6—下三叠统殷坑组

1—Radiolarian;2—bioturbidated structure;3—turbidite sequence T_{AB} and T_{ABC} ;4—sequence

T_{AC} , T_{ABC} , T_{BCDE} and T_{ABCDE} ;5—Upper Permian Longtan Fm.;6—Lower Triassic Yinkeng Fm.

长兴组的沉积环境普遍被认为属浅海台地相沉积^[3-6],但 P. B. Wignall 等^[15]提出长兴组的下部为浊积岩沉积而对中上部则未做论述,作者通过详细的沉积学工作不仅肯定了长兴组的下部为浊积岩而且认为中上部同样为浊积岩沉积,从以下4个方面进行论述:(1)长兴组沉积中普遍存在粒序结构、平行层理、小型交错层理、冲刷面及发育完整或不完整的鲍马序列,且在某些层段沉积底面存在大量底模构造(主要是重荷模),沉积物中既未观察到波浪形成的沉积构造,也未发现有与风暴作用相关的沉积构造。说明这些沉积构造是深水浊流的沉积作用标志;(2)沉积物中有一定数量反映较深水沉积环境的化石存在,包括营浮游和假漂浮的菊石、鸚鵡螺、放射虫和硅质岩相的腕足类及钙、硅质海绵骨针和鱼类化石等,特别是对于放射虫化石,杨万容等(1980)、臧庆兰(1980)在长兴组上部地层中都发现了放射虫化石,同时作者通过对岩石薄片及扫描电镜的观察发现在长兴组上部和中部都有放射虫化石存在(图版 I-5,6),下段中放射虫化石零星有一些分布,但数量很少。因而生物生态分析表明长兴组沉积时期沉积水体相对较深;(3)生物在同沉积期原地活动的痕迹记录可作为沉积底层充氧状况的一种标志。一般来说,对于浅水区,由于有风暴浪作用,水体的充氧状况良好,因而在沉积物中存在大量的生物扰动、潜穴、爬迹等,但在长兴组沉积中,生物活动痕迹稀少,只在中、上部局部层段很薄(<

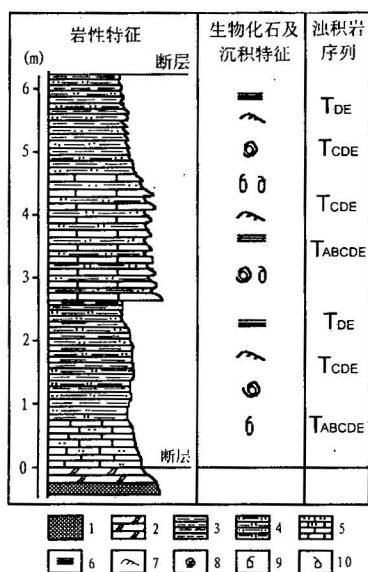


图3 浙西北江山县政棠村大隆组沉积序列

Fig. 3 Sedimentary sequence of Dalong Formation in Zhengtang, Jiangshan County, NW Zhejiang

1—风化淋滤沉积物; 2—铝土质泥岩; 3—灰黑色泥岩; 4—钙质粉砂岩; 5—粉砂质泥灰岩; 6—粉砂质泥岩; 7—平行层理; 8—小型交错层理; 9—菊石; 10—腕足类及瓣鳃类

1—Weathering horizon; 2—bauxitic mudstone; 3—grayish black mudstone; 4—calcareous siltstone; 5—silty marl; 6—silty mudstone; 7—parallel bedding; 8—small-scale cross-bedding; 9—ammonoid; 10—brachiopod and lamellibranch

10cm)的纹理状粒泥灰岩中见到,它们是由于浊流带入含氧的水进入深水缺氧环境使蠕虫状动物的短期生活所致,而在大多数时期,浊流带入的氧几乎全部被有机质所消耗,而不足以维持底栖生物生活。因而长兴组沉积应是一种贫氧或缺氧环境的产物;(4)长兴组沉积物呈灰黑或黑色,无论从外观还是薄片中都看到含有一定量的有机质,薄片见星点状黄铁矿,沉积物中生物扰动构造不发育,根据C. W. Byers^[16]以黑海为例进行的停滞缺氧生物相分析,长兴灰岩应形成于含氧带以下,主体应属无氧带,因而沉积物中的大量底栖生物可能并不是原地产物,而是浊流再搬运的结果。

1.2 上二叠统大隆组沉积特征

大隆组与长兴组属于同期异相沉积,大隆组仅分布于江山政棠、道塘山及衢州大州稻子铺,主要为一套由灰色钙质粉砂岩、灰黑色泥岩及含粉屑的泥晶灰岩组成,地层厚约5—13m。大隆组沉积在垂向上大致可划分为二个旋回。下部旋回开始为厚60cm的钙质粉砂岩,其中下部具粒序,上部具平行层理及小型交错层理,其上为近2m的主要由粉砂质泥岩和泥岩组成的序列,其中小型交错层理发育。该旋回表现为由钙质粉砂岩的 $T_{ABCD E}$ 序列到粉砂质泥岩和泥岩的 T_{CDE} 序列的演化。上部旋回为粉砂质泥晶灰岩层与粉砂质泥岩的韵律沉积,其中粉砂质泥晶灰岩单层厚一般5—10cm,在旋回中可达5—7层之多,其中以浊积岩的 T_{CDE} 序列发育为特点,与灰岩层呈韵律沉积的粉砂质泥岩自下而上逐渐增多增厚,表现为浊积岩的 T_{CDE} 和 T_{DE} 序列沉积。沉积序列特征见图3。

长期以来大隆组同样被认为是浅海相沉积^[1,2],作者的研究认为其属于深水浊积岩,主要从以下两点加以论述:(1)在钙质粉砂岩和粉砂质泥晶灰岩中存在粒序结构、小型交错纹理及平行层理,另外在部分钙质粉砂岩和灰岩层底面存在底模构造,主要为小型槽模和沟模。沉积物中未观察到

到浅水环境形成的各种沉积构造,如波状层理、大量生物扰动构造、风暴成因的丘状交错层理等;(2)岩石中的生物主要以菊石化石的发育为特点,其次含有腕足类、瓣鳃类等化石,因而反映一种正常海相沉积环境。研究区大隆组泥晶灰岩底面发现的菊石化石印痕表明,其壳形一般内卷、壳表光滑、壳饰不发育,因而表示其营自游或浮游生活,并非完全的局限海型生态类型^[17],因而反映该套沉积的沉积水体深度并不浅,至于沉积水体的确切深度尚难判定。

1.3 下三叠统政棠组沉积特征

浙江的下三叠统以海相碳酸盐和钙质砂泥岩为主,分布于浙北的长兴、湖州及浙西南的江山、衢州以南地区。对于这套地层,多数研究者笼统的将浙江的下三叠统定为浅海相沉积^[1,2],

笔者通过对其系统的沉积学研究,发现位于江山政党和衢县稻子铺的下三叠统政党组属于深水浊积岩。依据岩性及沉积特征,可将政党组划分为上、中、下三部分(图4)。上部由灰色、灰黑色泥岩夹粉砂岩组成,粉砂岩层呈薄层状,泥岩相对较厚,呈中—薄层状,风化后外表呈灰黄色,岩相组合特征表明由具鲍马序列的 T_{CDE} 和 T_{DE} 序列的远端泥质浊积岩组成;中部主要由薄层粉砂质泥晶灰岩和泥晶灰岩组成,其中夹少量薄层钙质粉砂岩,浊积岩序列除以 T_{CDE} 序列(图版 I-7)为主外,还存在个别 T_{ACE} 序列;下部由薄层或板片状粉砂质泥晶灰岩和泥晶灰岩组成,表现为以鲍马序列的 T_{BCDE} 和 T_{CDE} 序列为主。

政党组的沉积环境主要从以下两个方面加以论述:(1)沉积物中存在粒序层、小型交错层理、平行层理、爬升纹理及个别小型丘状交错层理,岩层底面具丰富的槽模和沟模构造(图版 I-8),沉积序列以鲍马序列的 T_{BCDE} 和 T_{CDE} 为主,地层中 C 段发育。沉积物中未观察到波状层理、生物扰动构造及风暴形成的滞留壳层及粗碎屑沉积。沉积特征表明其属于较深水环境的浊积岩。(2)政党组沉积物粒度极细,多为泥晶灰岩,最粗为粉砂级,生物化石仅见菊石,其它无论大化石或微体化石均未发现,泥晶灰岩底面发现的菊石化石印痕表明,其壳形一般内卷、壳表光滑、壳饰不发育,因而表示其营自游或浮游生活,并非完全的局限海型生态类型^[17],反映了该套沉积的沉积水体深度并不浅。地层中 C 段较发育,说明具有一定的水体能量。因而,作者认为该套沉积应属于风暴浪基面以下较深水的缓斜坡相沉积,其沉积作用机理可能是由风暴搅起的灰泥和粉砂以密度流的形式沿斜坡而下形成细粒浊积岩。

2 浊积岩岩石化学分析所反映的构造环境

本文主要通过对研究区浊积岩微量及稀土元素的分析来探讨浙西北地区浊积岩的物源特征及其所反映的大地构造环境。

2.1 微量元素分析

笔者对浙江省长兴煤山长兴组、江山政党大隆组、政党组及江西境内广丰大冶组浊积岩的 15 个样品进行了微量元素分析,将分析数据投入 Bhatia^[18] 的 $Th-Co-Zr/10$ 和 $Th-Sc-Zr/10$ 两个判别图解中(图 5),其中大部分点落入大洋岛弧和大陆岛弧范围,少数几个点落入活动大陆边缘范围内,说明浊积岩中的硅质组分及粘土主要来源于大洋岛弧或大陆岛弧。通过研究区构造格局的分析资料,江山-绍兴断裂带西北侧存在晚元古代岛弧^[12,13],而且在浙西北地区存在晚元古代造山带^[7,8]。因而推测浊积岩中硅质组分和粘土等可能来源于晚元古代岛弧和晚元

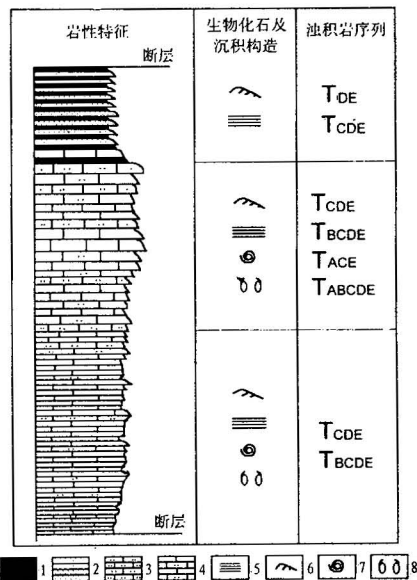


图4 浙西北江山政党政党组沉积序列

Fig. 4 Sedimentary sequence of Zhengtang Formation in Zhengtang, Jiangshan County, NW Zhejiang

1—泥岩; 2—粉砂岩; 3—钙质粉砂岩; 4—粉砂质泥晶灰岩; 5—泥晶灰岩; 6—平行层理; 7—小型交错层理; 8—菊石、腕足、瓣鳃类化石
1—Mudstone; 2—siltstone; 3—calcareous siltstone; 4—silty marl; 5—muddy limestone; 6—parallel bedding; 7—small-scale cross-bedding; 8—ammonoid, brachiopod and lamellibranch

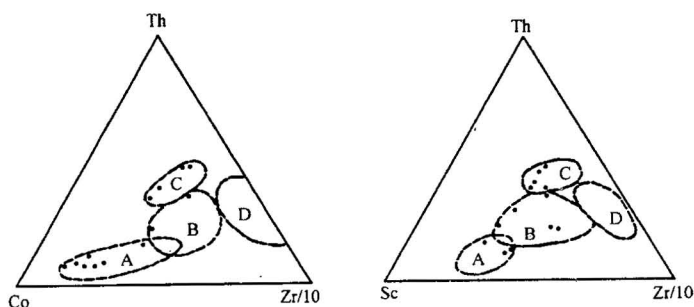


图 5 浙西北地区上二叠统长兴组、大隆组及下三叠统政棠组
浊积岩微量元素 Th-Co-Zr/10 和 Th-Sc-Zr/10 图解

(据 Bhatia et al., 1985)

Fig. 5 Th-Co-Zr/10 plot and Th-Sc-Zr/10 plot of the Upper
Permian Changxing Fm., Dalong Fm. and the Lower
Triassic Zhengtang Fm. turbidite, NW Zhejiang

(after Bhatia et al., 1985)

A—大洋岛弧 ; B—大陆岛弧 ; C—活动大陆边缘 ; D—被动大陆边缘

A—Ocean island arc ; B—continental island arc ; C—active continental
margin ; D—passive continental margin

古代造山带。

2.2 稀土元素分析

根据 M. R. Bhatia^[18]对各种构造背景下砂泥岩稀土元素特征判别标志的研究资料,笔者将研究区浊积岩的稀土元素特征与之相比较发现(表 1),长兴地区浊积岩稀土总量低,表现为负的 Eu 异常,La,Ce,ΣREE 数据表现为大洋岛弧的特征,而其它参数则更接近于大陆岛弧的特征,因而浊积岩中硅质组分及粘土推测可能主要源于属性上为大洋与大陆岛弧二者之间的过渡性岩浆弧。江山、衢州及江西广丰地区的浊积岩的稀土总量相对较高,表现为负的 Eu 异常,所有稀土参数都与 M. R. Bhatia 的大陆岛弧环境切割岩浆弧稀土参数相当,因而位于江山、衢州及江西广丰地区的浊积岩中的硅质组分及

稀土主要来源于大陆岛弧环境的切割岩浆弧。

表 1 判别沉积盆地构造环境的 REE 参数与研究区参数对比表

Table 1 REE parameter comparison for the turbidite formed tectonic environment
between NW Zhejiang and other areas in the world

构造环境	物源类型	REE 参数						
		La	Ce	ΣREE	La/Yb	LaN/YbN	ΣLREE/ΣHREE	δEu
大洋岛弧	未切割岩浆弧	8±1.7	19±3.7	58±10	4.2±1.3	2.8±0.9	3.8±0.9	1.04±0.11
大陆岛弧	切割岩浆弧	27±4.5	59±8.2	146±20	11±3.6	7.5±2.5	7.7±1.7	0.79±0.3
安第斯型边缘	隆起的基底	37	78	186	12.5	8.5	9.1	0.60
被动边缘	克拉通内部高地	39	85	210	15.9	10.8	8.5	0.56
长兴地区		5.957	11.957	29.27	11.982	8.078	6.335	0.7098
江山、衢州及江西广丰地区		23.784	49.289	120.57	12.583	8.483	7.210	0.762

将研究区的标准化配分曲线(图 6b,6c)与 M. R. Bhatia^[18]分配模式(图 6a)的对比发现,浙西北地区的浊积岩与被动陆缘的特征具可比性,说明浙西北晚古生代的晚期及中生代早期的构造环境仍受被动陆缘的影响。

3 变形样式和变形特征

研究区地层构造变形强烈,发育一系列向北西冲断的逆冲断层和紧闭的平卧、倒转褶皱,

形成极为复杂的多层次的前陆冲褶席(duplex)构造及逆冲推覆构造。

政棠组浊积岩中发育断坪-断坡冲断构造、冲褶席构造、复式褶皱-背形堆垛构造及褶皱-

推覆构造等,褶皱多为尖棱褶皱、圆筒状褶皱及紧闭的平行褶皱,并大量出现倒转层序与正常层序相互平行产出的现象,下面以一例实际观察资料阐述政棠组浊积岩的变形样式和特征,图7a为一“N”或“W”形褶皱-推覆构造,由薄层钙质浊积岩组成了“N”或“W”形褶皱,两翼平行紧闭,岩层产状、冲断层产状和褶皱轴面产状几乎一致,三者由东南向北西逐渐由陡变缓,表现为早期褶皱变形体系在递进变形过程中整体沿断坡爬升形成复式断弯褶皱构造,总体上成为更高一级的冲褶席构造的断加块(horse),如此复杂的冲褶席构造,蕴涵了以强褶皱变形逐渐变化到中强度的冲断变形的全过程。

长兴组中发育的构造样式与政棠组有明显区别,相对来说长兴灰岩中构造变形不是非常强烈,通常为近于圆筒状或介于圆筒与尖棱之间

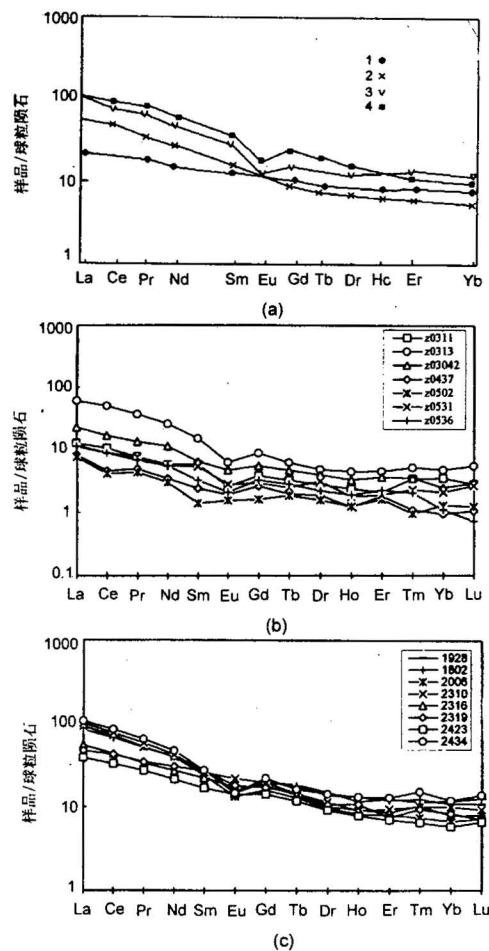


图6 稀土元素标准化配分曲线与构造环境关系图

Fig. 6 REE patterns for the turbidite in NW Zhejiang

(a)Bhatia et al. (1985)模式图,1—大洋岛弧型;2—大陆岛弧型;3—安第斯型;4—被动陆缘型;(b)长兴地区浊积岩标准化曲线;(c)江山、衢州及江西广丰地区浊积岩标准化曲线

(a)REE patterns of Bhatia et al. (1985), 1—ocean island arc; 2—continental island arc; 3—Andean orogeny; 4—passive continental margin; (b)REE patterns for the turbidite of Changxing Fm.; (c)REE patterns for the turbidite located in Jiangshan and Quzhou of Zhejiang and Guangfeng of Jiangxi

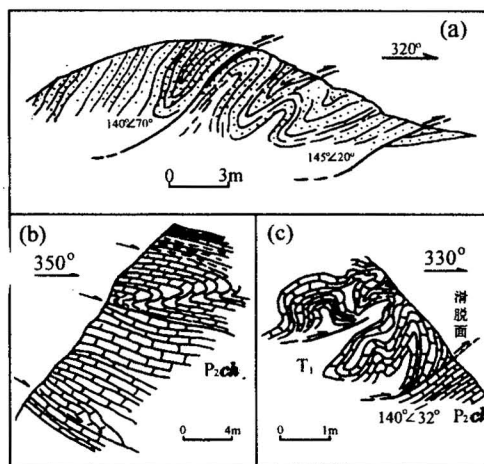


图7 政棠组和长兴组浊积岩中的褶皱-冲断样式

Fig. 7 Fold and thrust styles for Zhengtang and Changxing Fm., NW Zhejiang

(a)政棠组(T_{1z})浊积岩褶皱-推覆构造;(b)长兴组(P_{2ch})灰岩的褶皱冲断样式;(c)下三叠统灰岩(T_1)与长兴组灰岩间存在滑脱面

(a)Fold-nappe structure for the turbidite of Zhengtang Fm.; (b) fold and thrust styles of Changxing Fm.; (c)decollement between Changxing Fm. and the Lower Triassic limestone

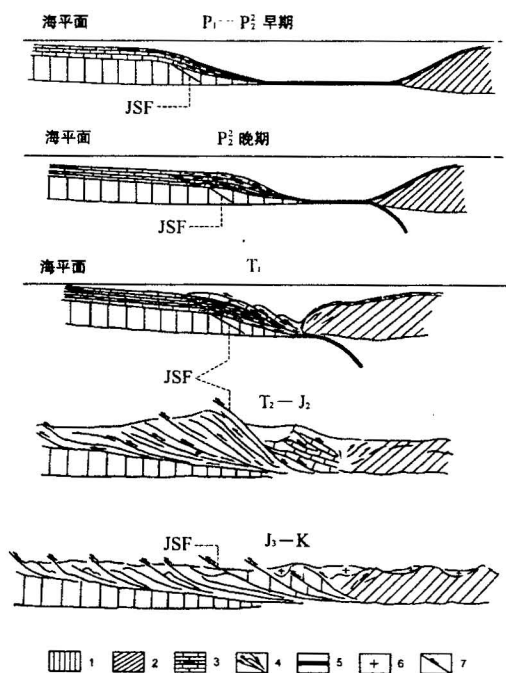


图 8 浙江二叠、三叠纪大地构造演化及模式

Fig. 8 Tectonic evolution and model of Zhejiang Province during the Permian and Triassic

1—扬子板块基底; 2—华南海块基底; 3—扬子及华南板块盖层; 4—前陆褶皱冲带; 5—洋壳; 6—侏罗、白垩系火山岩; 7—冲断层; JSF—江山-绍兴断裂带

1—Basement of Yangtze plate; 2—basement of South China plate; 3—cap rock of Yangtze and South China plate; 4—foreland fold-thrust belt; 5—ocean crust;

6—Jurassic and Cretaceous volcanic rock; 7—thrust fault;

JSF—Jiangshan-Shaoxing fault belt

模式被动陆缘的特征具可比性,说明浙西北晚古生代的晚期及早三叠世的早期的构造环境仍受被动陆缘的影响。分析资料表明,在浊积岩沉积时期,推测可能存在部分来源于晚元古代岛弧和晚元古代造山带的物源,对于这种物源特征和被动陆缘之间到底是一种什么样的依从关系,根据现有的研究资料,还不足以得出恰当的解释,有待于更进一步的深入研究。

本文的研究工作是在孙枢教授和李继亮教授指导下完成的。殷鸿福教授、张克信教授提出了许多宝贵的建议,中国科学院地质研究所的李红生副研究员鉴定了放射虫化石。在野外工作期间,浙江省区域地质调查大队的包超民总工程师、马武平、方炳兴、孔祥生高级工程师给予了很大帮助,在此一并致谢。

的褶皱(图版 I-9)冲断样式(图 7b),在长兴煤山剖面实际观察表明,长兴组浊积岩与上三叠统殷坑组间以粘土层为界,之上的下三叠统灰岩的构造样式为复杂多样的揉皱,与长兴灰岩的近于圆筒状或介于圆筒与尖棱之间的褶皱冲断样式具不相容性(图 7c),根据构造平衡解释原理,二者之间必然存在滑脱作用。

4 大地构造意义

政棠组浊积岩层底面发育丰富的底模构造,其中主要为槽模、沟模等,通过对它们的系统测量,古水流方向在 130° — 175° 范围内,因而说明浊积岩沉积时的古斜坡大致倾向东南方向,另外根据研究区早三叠世沉积的发育特征,位于西北部(长兴地区)的下三叠统殷坑组为浅海相沉积,而相对位于东南(江山、衢州一带)的下三叠统政棠组则为深水浊积岩沉积,同样在一定程度上说明存在一向东南倾斜的大陆斜坡。研究区在晚二叠世晚期即长长期沉积以前,普遍为浅海或海陆交互相沉积,而在长长期及早三叠世则为深水浊积岩,作者认为是由于扬子板块向华南板块的俯冲造成前陆挠曲沉降带向北西方向迁移的结果,至中三叠世之后,研究区中三叠世沉积缺失,晚三叠世的乌灶组为含煤系的陆相沉积,进入了前陆磨拉石盆地演化阶段,暗示了造山作用发生于中三叠世早期。浙江二叠、三叠纪大地构造演化及模式见图 8。

依据浊积岩的微量和稀土元素分析,研究区的标准化配分曲线与 M. R. Bhatia^[18]分配

参 考 文 献

- 1 浙江省地质矿产局. 浙江省区域地质志. 北京:地质出版社,1989. 105—130页.
- 2 苏浙皖闽石油地质志编写组. 苏浙皖闽油气区. 北京:石油工业出版社,1992. 470—603页.
- 3 芮琳,江纳言. 苏浙皖地区二叠纪末、三叠纪初的岩相和生物相. 古生物学报,1984, 23(3): 286—294.
- 4 芮琳,江纳言,陈楚震. 中国南部二叠纪末和三叠纪初的沉积分区及其相型. 中国科学(B),1983, 6: 560—565.
- 5 吴顺宝,魏敏,张克信. 晚二叠世长兴组灰岩在长兴地区的变化及其控制因素. 地质论评,1986,32(5): 419—425.
- 6 Sheng Jinzhang, Rui Lin, Chen Chuzhen. Permian and Triassic sedimentary facies and paleogeography of South China. In: Nakazawa K, Dickins J M, eds. The Tethys, Her Paleogeography and Paleobio-geography from Paleozoic to Mesozoic. Tokai University Press, 1985. 59—81.
- 7 李继亮. 中国东南地区大地构造基本问题. 见:李继亮主编. 中国东南海陆岩石圈结构与演化研究. 北京:中国科学技术出版社,1992. 3—16页.
- 8 李继亮,孙枢,许靖华,陈海泓,彭海波,王清晨. 南华夏造山带构造演化的新证据. 地质科学,1989, 3: 217—225.
- 9 许靖华,孙枢,李继亮. 是华南造山带而不是华南地台. 中国科学(B),1987,10:1107—1115.
- 10 Sun Shu, Li Jiliang. Indosinides in China and the consumption of Eastern Paleotethys. In: Muller D W, Mckenzie J A, Weissert H, eds. Controversies in Modern Geology. London, Academic Press, 1990. 363—384.
- 11 Hsu J K, Sun Shu, Li Jiliang. Mesozoic overthrust tectonics in South China. Geology, 1988, 16: 418—421.
- 12 程海. 浙西北晚元古代早期碰撞造山带的初步研究. 地质论评, 1991, 37(3): 203—213.
- 13 郭令智,施央申,马瑞士. 华南大地构造演化和地壳演化. 国际交流地质学论文集(构造地质、地质力学). 北京:地质出版社, 1980. 101—116页.
- 14 陈海泓,孙枢,李继亮,许靖华, Friedrich Heller, Jon Dobson. 华南与扬子板块早三叠世分隔的古地磁学证据. 科学通报, 1992,37(6): 537—539.
- 15 Wignall P B, Hallam A. Griesbachian (Earliest Triassic) palaeoenvironmental changes in the Salt Range, Pakistan and Southeast China and their bearing in the Permo-Triassic mass extinction. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 1993, 102: 215—237.
- 16 Byers C W. Biofacies patterns in euxinic basins, a general model. In: Cook H E, Enos P, eds. Deep-water Carbonate Environments. SEPM Special Publication, 1977. 25: 5—17.
- 17 周祖仁. 二叠纪菊石的两种生态类型. 中国科学(B),1985,7: 648—657.
- 18 Bhatia M R. Rare earth element geochemistry of Australian Paleozoic graywacks and mudrocks, provenance and tectonic control. Sedimentary Geology, 1985, 45(1/2): 97—113.

图 版 说 明

1. 长兴组下部薄层 T_{AB}及 T_{ABC}序列,标尺=5cm;长兴煤山。
2. 长兴组下段由薄层 T_{AB}及 T_{ABC}序列组成的浊积岩外观,标尺为地质锤;长兴煤山。
3. 长兴组中段浊积岩中发育的重荷模,标尺为地质锤;长兴煤山。
4. 长兴组中段浊积岩中发育较完整的鲍马序列,标尺为5分硬币;长兴煤山。
5. 长兴组上段泥灰岩中的放射虫化石,单偏光×250,长兴煤山。
6. 长兴组中段泥灰岩中的放射虫化石,扫描电镜×310,长兴煤山。
7. 政党组中部浊积岩的 T_{CDE}序列,底部为冲刷面,底面具槽模及沟模构造,厚度为25cm;江山政党。
8. 发育于政党组中部浊积岩底面的小型槽模,标尺为2分硬币;江山政党。
9. 发育于长兴组浊积岩中的斜卧褶皱,陡壁高8m,镜头冲东;长兴煤山。

PERMIAN AND TRIASSIC TURBIDITE AND ITS TECTONIC SIGNIFICANCE IN THE NORTHWESTERN ZHEJIANG

He Haiqing

(Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing)

Chen Haihong, Li Jiliang

(Institute of Geology, Chinese Academy of Science, Beijing)

and Xiao Wenjiao

(Institute of Geophysics, Chinese Academy of Science, Beijing)

Abstract

Based on the sedimentary and bioecological characteristics, the Upper Permian Changxing and Dalong Formations and the Lower Triassic Zhengtang Formation in northwestern Zhejiang are recognized as deep-water turbidites. They were violently deformed by the Indosinian orogenic movement and show the characteristics of a foreland fold-thrust belt. Their sedimentary setting is passive continental margins tilting northeast. The geochemical data of rocks show that there may be some materials from the Late Palaeozoic arc and Late Proterozoic orogenic belt during the deposition of the turbidite.

Key words: turbidite, passive continental margin, structural deformation, NW Zhejiang

作 者 简 介

何海清,男,1966年5月生。1995年获中国科学院地质研究所理学博士学位。从事沉积、大地构造及石油地质学研究工作。现任中国石油天然气总公司北京石油勘探开发科学研究院地质所工程师。通讯处:北京市学院路20号910信箱地质所,邮政编码:100083。电话:010-097135-3。

