

论茅山推覆构造形成的盆缘对冲模式

张福祥

(浙江大学地质系)

作者根据宁芜盆地中生代火山岩具幔源成因,盆地东西两缘的茅山褶皱带和巢含褶皱带呈对称分布、相向倒转并逆冲于中生代地层之上,以及区域深部结构特点等地质事实,提出了茅山推覆构造形成的盆缘对冲模式。同时认为,区域内壳下小尺度地幔对流及其所导引的裂谷型火山活动是造成这种盆缘对冲的基本原因。

一、问题的提出

近年来查明沿茅山山脉的西侧普遍存在着向东倾斜的叠瓦式辗掩断层(图1-B),志留、泥盆系推掩到石炭、二叠系,甚至于侏罗、白垩系之上。许多文献^[1-5]讨论茅山的地质构造性质问题。多数学者确认茅山是具有犁式断层性质的巨大推覆体,但也有人认为它只不过是伴有扇形断裂的印支期复式褶皱^[3]。

由于已有大量的钻孔资料证实茅山深部存在有规模很大的逆掩推覆现象(图1-B),因而将其看作是一种类型的推覆构造似已毋庸置疑。现在的问题是它的形成机制和来龙去脉。阐明这一点无论在理论上还是在生产实践上都是十分重要的。

关于茅山推覆构造的形成,目前比较时尚的看法是将其与全球性板块运动联系起来。例如张兆燕^[2]、陈焕疆^[4]认为,苏南地区存在着由嘉昆复背斜向北西,直至长江边的大规模席状推覆(参见文献[4]图9),水平滑移距离为75km,因此陈焕疆^[4]、吴宁^[5]推断这是太平洋板块与中国板块之间南北对扭(直到45百万年前)、特提斯向北推挤的产物,是由由此造成的华南一系列层叠推掩构造的一个组成部分。然而,这一看法实际上存在不少困难与问题。

首先,由于茅山推覆构造已涉及到白垩系的葛村组,显然,造就目前所见推覆现象的构造运动可能主要发生在喜山期。许多研究者指出^[6,7],此时的太平洋库拉板块向亚洲大陆下俯冲方向已转为北西西向,这种俯冲作用至今尚在进行着。从板块相对运动来说,太平洋板块向北西西俯冲时,亚洲板块(至少中国东部)自然就表现为向南东东仰冲,故其总的运动方向应指向南东东。黄培华^[8]根据卫星重力数据计算得出,中国东部(东经105°以东)地区近代地幔流为向东的扩散流,其岩石圈表现为向东漂移、拉张、减薄;因为陆壳盖层是被岩石圈驮载着向前运动的,故该区陆壳盖层总的运动方向也应向南东东。在此板块应力场作用下,如果没有其它因素的诱发,很难想象能形成茅西断裂乃至整个苏南地区大范围倾向南东的推覆面。相反,如果在中国东部的陆壳盖层中出现大范围倾向北西的推覆面倒是在情理之中。

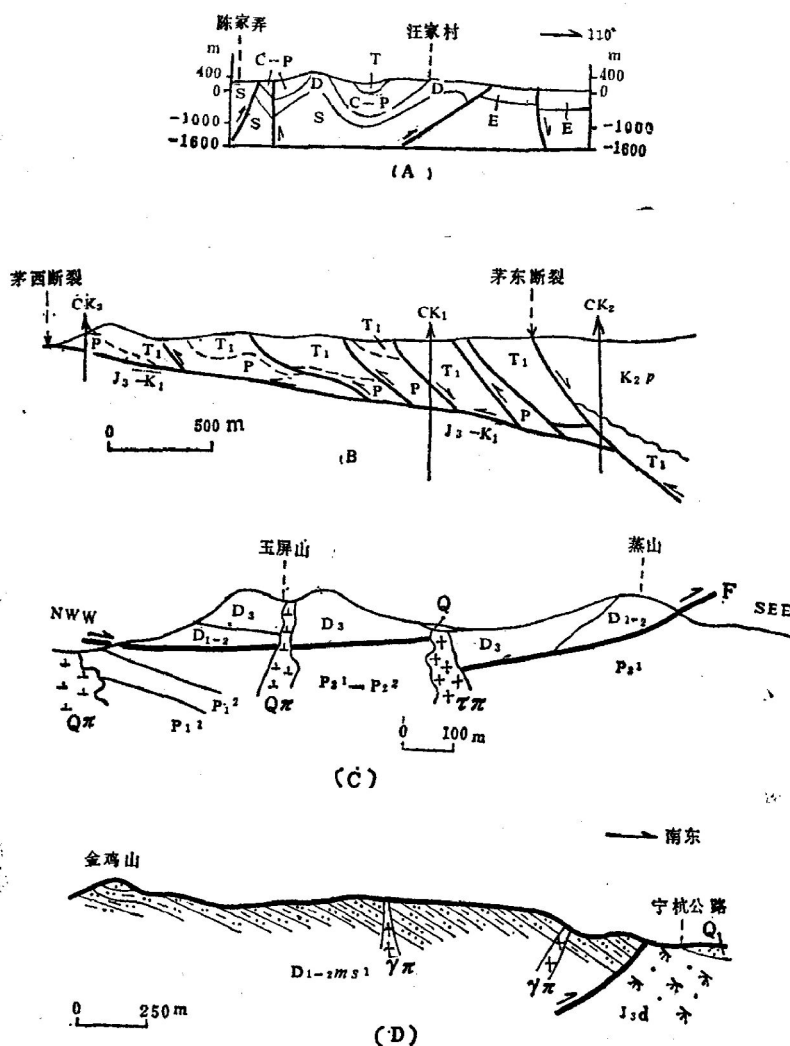


图1 苏浙皖境内的一些推覆构造

(A)一巢县银屏山, (B)一高淳花山煤矿, (C)一苏州燕山, (D)一吴县金鸡山

其次, 广义的茅山山脉是指江苏句容、溧水、高淳与金坛、溧阳诸县之间, 直至安徽宣城县敬亭山的一条北北东向的线性低山丘陵带。无论在地质构造上、地貌上, 还是在卫星遥感影象上, 都显示出它是突露于第四系平原之上的一个统一的、独立的体系。应当强调指出的是, 尽管它的基本走向为北北东向, 但总体上却表现为微向南东东凸出的弧形, 在薛埠和狸桥附近还出现有曲率较大的向东凸出现象; 同时与山体走向近于垂直的横断裂将山体截为数段, 这些横断裂还显示出向弧外辐散的放射状格局。这种构造与地貌格局同样难以用自东向西的大规模席状推覆来解释。

第三, 迄今所知, 整个下扬子区的推覆构造已见报道者不下十、二十处。然各个推覆构造的推覆冲断面却不具统一的倾向 (参见图1), 如苏州一带既有倾东者, 也有倾北者^[9]; 浙北吴兴县的云峰顶、金鸡山则倾向北西¹⁾, 安徽巢含地区亦主要倾向北

1) 江苏省区调队, 1976, 1:20万区域地质调查报告 (无锡幅、苏州幅)。

西¹⁾等等。这就很难笼统地用太平洋板块与中国板块南北对扭的模式来解释了。

二、广义宁芜盆地周围的若干地质构造现象

尽管整个下扬子区内各个推覆构造的推覆冲断面不具统一的倾向，但大凡古生界直接推覆到中生界之上者，其冲断面均发育在山地与平原交界处，即中生代盆地的边缘，并且一概向山体（盆外）老地层一侧倾斜。

既如此，分析茅山构造便必须将其与相互有着成生联系的广义的宁芜盆地结合在一起进行探索。该盆地的北界大致在安徽全椒县的独山至南京西善桥、江宁县城、句容县城一线；南界当为安徽庐江—南陵一线。这样，茅山山脉便恰好构成这个盆地的东界，而安徽的巢含山脉则为盆地的西界。笔者发现，围绕这个广义宁芜盆地所出现的地质构造现象是引人注目的。

1. 在巢县—芜湖一线以北的盆地范围内，除第四系以外，主要出露的是中生代的火山岩系，三叠系上统和侏罗系下中统的陆相碎屑岩则环绕火山岩系断续分布。盆地内地表未见有晚三叠世以前组成印支构造层的海相沉积出露，后者只见于盆地两缘的印支褶皱带中，并构成盆地的东西边界；此线以南也只在繁昌附近残留有印支褶皱地层。

2. 以盆地中心线（大致沿长江）为轴呈现有一系列镜象对称现象；

①盆地东、西边界上的两条褶皱山脉均呈北北东向，并大致对称展布；

②盆地两缘的印支期褶皱相向倒转，轴面相背倾斜，即巢含褶皱系向南东东倒转，茅山褶皱系向北西西倒转；

③沿盆地边缘印支褶皱地层相向逆冲于中生界之上，即巢含向南东东逆冲（图1-A），茅山向北西西逆冲（图1-B）；

④东、西两褶皱山系的南北两端均与相邻构造系统明显不协调：巢含褶皱系北端与江浦附近的震旦系相顶，南端与安徽潜山盆地的中生代地层相顶；茅山褶皱系北接第四系平原，与宁镇褶皱系表现出明显的不相协调的构造关系，南端与宣南盆地及泾县短轴褶皱构造系不协调（图2）。

3. 在盆地的南北两侧，南面贵池—铜陵的沿江印支褶皱系向北东延伸至此盆地南界便突然中断；北面的宁镇印支褶皱系向南西延至盆地北界（江宁附近）亦突然中断。两褶皱系隔盆地火山岩遥遥相望，褶皱轴线几乎在一条线上延伸，繁昌附近残留的一块印支褶皱地层，其轴线也大致与它相重。很似原先为连贯统一的褶皱系被火山岩盆地拦腰截断，截去的部分被分别推向盆地的两边，恰好就是巢含系和茅山系（参见图2）。

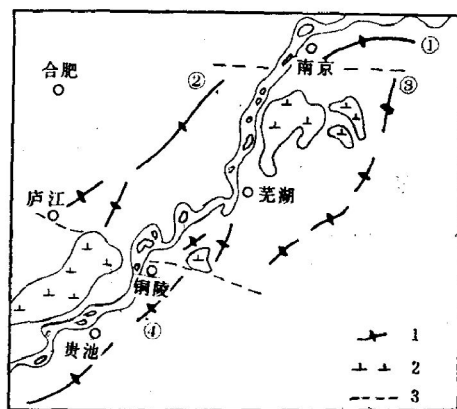


图2 宁芜盆地周围印支褶皱带分布示意图

1—褶皱带，2—火山岩，3—盆地边界

①—宁镇带，②—巢含带，③—茅山带，④—铜陵带

1) 安徽省地质科学研究所，1984，安徽省构造地质图（1:50万）说明书。

4. 大量研究资料^[10-12]表明, 宁芜盆地内的中生代火山岩以安山质—安山玄武质为主, 岩石碱度偏高^[10], 显然由碱度较高的中基性岩浆所形成^[12]。在溧水的云辉粗安岩中, 其黑云母为幔源型的镁质云母; 宁芜某些火山岩、次火山岩中含形成于高压条件下的铬尖晶石及形成富钒、钛的铁矿床, 均显示火山岩浆的来源较深^[12]。同时, $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 初始比值均落在玄武岩源区 (0.70527和0.70504)^[11]; 稀土元素配分曲线平滑, Eu吸收谷不明显, 亦显示为上地幔来源^[12]。而在火山岩的空间分布上则呈现有喷发时代自东向西推移的趋势^[11]。

5. 盆地内新生代火山活动亦极其活跃, 多沿北北东向的隐伏断裂 (如沿江断裂、方山—小丹阳断裂等) 与北西西向隐伏断裂的交汇处分。火山喷发产物基本上都为含幔源包体的碱性橄榄玄武岩类^[11]。

以上列举的五类现象之间必然有着某种内在联系, 综合分析这些现象将有可能找到揭开茅山推覆构造形成的钥匙。

三、盆缘对冲与茅山推覆构造之形成

在深入讨论这个问题之前还须指出以下两点:

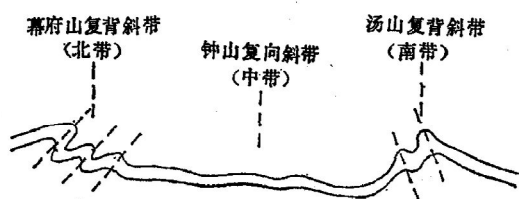


图3 宁镇山脉西段褶皱横剖面特征示意图

1. 如果将广义宁芜盆地火山岩系堆积以前的构造格局与宁镇褶皱系西段 (图3) 加以对比, 就会发现它们是何其相似乃尔! 不仅基本的构造组合相似, 而且两翼复背斜的倒转趋势 (均相向倒转) 也相似。同时, 宁镇西段中央的复向斜部分, 两翼为强烈挤压倒转的三叠系中统青龙

灰岩, 核部仅见三叠系上统和侏罗系下中统的陆相碎屑岩, 而宁芜盆地自巢含东麓至茅山西麓表现亦是如此。据报道^[13], 在宁镇中段倒转的汤仑复背斜实际上是一个推覆面南倾的推覆构造, 而北部龙潭地区则是推覆面北倾的推覆构造, 两推覆构造的推覆面同样表现为相背倾斜。西段虽尚未见类似报道, 但从复背斜与复向斜交接部位青龙灰岩遭强烈挤压倒转, 并以断层崖与第四系平原相接的总趋势来看, 不排除有两翼复背斜部分朝复向斜区域相向冲断推覆之可能。果真是, 那末也就与巢含、茅山的相向推覆如出一辙了。

今日宁芜盆地与宁镇西段最根本的差别是, 后者复向斜盆地的宽度远小于前者, 中央没有被大面积的中新生代火山岩所充填, 取而代之的是仅在局部地段有燕山晚期超浅成相石英二长斑岩体等的侵入 (如其林门岩体)。或许正是“侵入”与“喷出”之差, 导致了二者盆地规模的不同。

2. 茅山地区的重磁资料表明, 茅山山脉本身重力等值线在零线上, 无显著异常反映, 其重力正异常高点在天王寺—孔镇一带, 负异常低点则在直溪桥—南渡一带, 都不在山体本身。不少学者据此认为茅山山体是“无根”的^[1]。事实上, 茅山本身不仅没有显著的重力异常, 而且在莫霍面埋深图上, 区域莫霍面的凹陷带也不在茅山之下, 而是在山体东侧的斜坡带上。但是能否就此得出茅山“无根”这个简单结论呢? 下面两点事

实有助于回答这一问题:

(1) 无论在重力图上还是不同比例尺的地壳等厚度图上, 虽然茅山本身不在所谓“异常”线上, 但各类曲线却都显示出与地表茅山山脉相类似的展布趋势。如果茅山“无根”, 何以深部却有“茅山”, 唯不在垂直投影上相重而已。

(2) 梁中华等^[14]利用天然地震转换波法测得了溧阳震区地壳深部主要界面的构造图。在所发表的莫霍面构造图上(参见文献[14]图6), 明显可见莫霍面等深线呈北北东向展布的趋势, 与当地茅山的地形格局大体一致; 虽莫霍面最大凹陷与山脊不相重合, 但莫霍面隆起带却与地形凹陷带(南渡-河口凹陷)大致相重; 同时, 沿白马至南渡一线表现出醒目的北西西向的莫霍面梯度急变带, 这个急变带恰好与地表切断茅山山脉的横断裂复合, 说明该横断裂切穿了莫霍面。此外, 南渡-金坛断裂和茅东断裂可能也切穿莫霍面^[14]。足以说明“茅山弧”在深部构造上是有其反映的。

笔者利用文献[14]中几个界面等值线图, 穿越芳山-南渡方向切制了一条深部界面的剖面图(图4)。这张图给我们一个十分强烈的印象是, 茅山地区盖层的界面似乎比较平整, 若不是测点布置上的缘故, 倒也是一种“无根”的反映。但越往深部, 界面的起伏却越剧烈; 并且由溧阳与南渡之间向上沛方向, 显示出花岗岩质层内界面、康氏面、莫霍面一致向西倾斜, 构成一个连贯的、坡度约 55° 的坡折面。

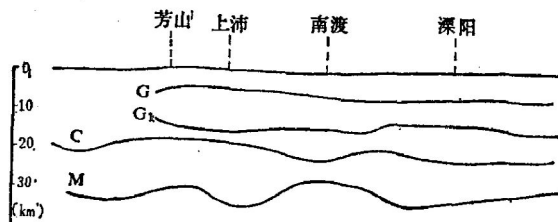


图4 溧阳震区深部剖面图 (据文献[14]资料汇编)

G—结晶基底面, G₁—花岗岩质层内界面,

C—康氏面, M—莫霍面

尽管上述资料非常粗糙, 可靠性尚待进一步验证, 但却揭示了茅山地区的地质构造与其深部的物质运动是存在着某种联系的, 绝非真正“无根”。

以上列举的种种事实为我们探索茅山推覆构造的形成机制提供了基础。广义的宁芜盆地复向斜褶皱系与宁镇西段在沉积和构造特征上的相似性, 使我们有理由认为它们在印支褶皱中曾经是连接在一起的, 共同组成北东向连贯伸展的下扬子褶皱带。后者如今已被肢解, 以致造成巢含带与茅山带围绕宁芜盆地对称分布, 显然主要是宁芜火山岩系的作用。

根据宁芜中生代火山岩具幔源或幔壳混染成因, 在莫霍面埋深图上从宁芜向庐枞、怀宁方向显幔隆构造以及图4所示溧阳震区下莫霍面起伏剧烈等现象, 我们设想, 在滨太平洋地区总的板块应力场诱发下, 产生一股小尺度的微型地幔流¹⁾于中生代初循下扬子褶皱带的复向斜盆地基底上拱, 使盆地基底发生拉张、减薄, 进而开裂, 导致似裂谷^[12]型的火山喷溢, 形成宁芜火山岩系。与此同时盆地两缘的复背斜区作为裂谷盆地的边界其基底既受到微型地幔流的拉张应力作用, 又受到火山岩系充填的推挤作用, 被迫向两侧扩张漂移, 上部复背斜盖层也照例被驮载漂移。从图4揭示的莫霍面起伏比上部界面剧烈这一点上看, 微型地幔流从中心向两侧辐散至一定阶段便有可能向其两侧

1) 关于小尺度地幔流的存在, 已由地球物理学者所证实, 并据以进行了地震地质和区域构造等方面的研究, 参见文献[15]。

的陆壳基底下潜没(类似一种微型俯冲作用),其时将牵动陆壳内的软弱面(如低速高导层^[16]等)发生层间滑动,并拖曳盆地内的火山岩系及早先复向斜核部的沉积褶皱地层插入陆壳盖层之下。而盖层则边漂移后退,边遭受强烈挤压,最初使地层强烈倒转,形成类似于扇形的褶曲,进而仰冲逆掩于原先向斜盆地的沉积褶皱地层乃至火山岩系之上,于是沿火山岩盆地的边缘就出现了相向对冲、冲断面相背倾斜的(茅山和巢含)推覆构造。我们称此为盆缘对冲模式(图5)。

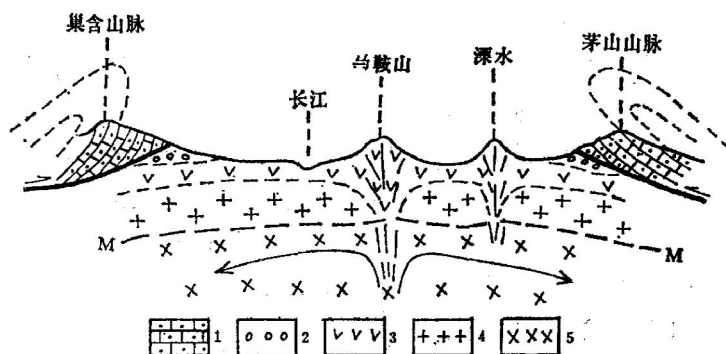


图5 宁芜火山岩盆地及盆缘对冲形成机制示意图

1—印支褶皱岩系, 2—白垩系或第三系, 3—侏罗白垩系火山岩, 4—基底及下地壳, 5—地幔

应当说明的是:

(1) 茅山与巢含分别推覆于宁芜中生界和新生界之上,表明这种裂谷扩张、盆缘对冲活动自中生代以来一直未曾中止过,并阶段性发生作用。宁芜盆地内晚新生代的玄武岩喷发也应看作是这种活动的产物。

(2) 邻区壳下照例应有此类地幔环流。苏北凹陷下有更大规模的幔隆现象,合肥、宣常等凹陷都显幔隆构造,足资明证。这些小尺度的地幔流必然要相互作用,从而影响地表构造的特点。宣常凹陷下的环流体系显然已参与了茅山构造的形成。

(3) 就本区而言,环流中心可能就位于宁芜盆地之下,裂谷扩张活动主要波及南面的繁昌、庐枞、怀宁一侧。向北仅造成岩浆的侵入作用,而未使向斜盆地发生大规模开裂。但岩体的上拱侵入同样可引起类似的推覆(如宁镇中段)。

这一模式对茅山推覆构造的形成及诸多构造现象,如大规模从东向西席状推覆无法说明的茅山弧东凸、深部构造显示有茅山弧踪迹、盆地东西缘山体向盆地逆冲推覆等现象,都会得到比较合理的解释。

当然,这一设想的许多细节及其与更高级地幔环流的关系等,尚待进一步探索和完善;而这一设想如能被证实,那末或许会为板块构造理论从海洋真正跨进陆地架起一座小小的桥梁。

参 考 文 献

- [1] 沈修志等, 1980, 江苏南部辗掩构造的初步研究. 江苏地质, 第2期.
- [2] 张兆燕, 1981, 苏南推覆构造初步探讨. 石油实验地质, 第3期.

- [3] 关士聪, 1982, 茅山地质构造与找油. 石油与天然气地质, 第4期.
- [4] 陈焕疆等, 1983, 要重视开拓逆掩断层带的油气领域——试论苏南逆掩断层带控油. 石油实验地质, 第2期.
- [5] 吴宁, 1983, 苏南沉积盖层构造特征及主要圈闭类型. 石油实验地质, 第4期.
- [6] 郭令智等, 1983, 西太平洋中、新生代活动大陆边缘和岛弧构造的形成及演化. 地质学报, 第1期.
- [7] 王鸿祯, 1983, 中国东部及邻区中、新生代盆地发育及大陆边缘的构造发展. 地质学报, 第3期.
- [8] 黄培华等, 1984, 中国近代大型构造地貌形成的力源与岩石层底面地幔对流模式. 中国地理学会第一次构造地貌学术讨论会论文选集, 科学出版社.
- [9] 韩克从等, 1982, 苏州西部逆掩断层和叠瓦构造. 地质论评, 第4期.
- [10] 翁世劫, 1983, 中国东南部侏罗—白垩纪板块活动与相关的泥浆活动. 地质学报, 第2期.
- [11] 吴利仁主编, 1984年, 华东及邻区中新世火山岩. 科学出版社.
- [12] 徐志刚, 1985, 从构造应力场特征探讨中国东部中生代火山岩成因. 地质学报, 第2期.
- [13] 薛虎等, 1985, 宁镇山脉是“三背两向”吗? . 地质论评, 第2期.
- [14] 梁中华等, 1984, 溧阳震区地壳深部结构的探测和研究. 地震地质, 第4期.
- [15] 朱岳清等, 1984, 小尺度地幔对流、壳下应力场与华北地震. 地震地质, 第3期.
- [16] 刘国栋, 1984, 地壳上地幔结构研究的某些新进展(二). 地震学刊, 第2期.

ON THE BASIN-MARGINAL RAMP MODEL FORMED BY MAOSHAN NAPPE STRUCTURE

Zhang Fuxiang

(Geological Department of Zhejiang University)

Abstract

The Mesozoic volcanic rocks in Nanjing-Wuhu Basin originated from the mantle source. Maoshan and Chaoxian-Hanshan fold zones on both east and west sides of the basin are symmetrically distributed, with an overturned facies strike overthrusting to the Mesozoic-Cenozoic stratum. The intensely pressed, and the overturned facies strike, of Qinglong limestones from the middle-lower Triassic can be found on both flanks of median synclinorium in the west section of Ningzhen fold system. Continental clastics from the upper Triassic-lower middle Jurassic can be seen only in their core. Things for Nanjing-Wuhu Basin from the east foot of Chaoxian-Hanshan mountain system to the west foot of Maoshan mountain are all just the same.

It is believed that, according to the geological facts showing in the deep texture, fold systems on the east and west flanks of Nanjing-Wuhu Basin and southwestern end of Ningzhen fold on the north of the basins were previously connected with each other. It is because the subduction of the Pacific plate towards the Eurasian plate that brought about the upwarping of the mantle within the area, the extending, the thinning out and cracking of the crust, the exploding of magma, the drifting of the basement and overlying sedimentary mantle to both east and west and then hiding, and the intensely folding and overturning of overlying formations on both sides, even overthrusting above a new formation within the basin and the volcanic system, thus forming the nappe structure of facies strike on the east and west flanks of the basin at last. This is the basin marginal ramp model formed by volcanic activity of rift type.