

浙江新昌硅化木赋存地层 岩石学与古生态环境研究

董传万¹, 竺国强¹, 俞仲辉², 高善坤¹

(1. 浙江大学 地球科学系, 浙江 杭州 310027; 2. 新昌县 风景旅游局, 浙江 新昌 312500)

摘 要: 在新昌早白垩世盆地中存在丰富的硅化木, 它们重要而又典型的古植物地质遗迹。新昌硅化木赋存的地层为早白垩世馆头组, 其岩石类型包括砾岩、岩屑长石砂岩/长石岩屑砂岩、粘土岩, 还有少量的礁灰岩和泥灰岩。岩石学研究表明, 它们形成于干燥的快速堆积的山间盆地, 属河湖相沉积。新昌硅化木为南洋杉型木, 生活在热带-亚热带的气候条件。结合硅化木特征与地层岩石学研究, 探讨了新昌硅化木形成的古生态环境。

关 键 词: 新昌盆地; 早白垩世; 硅化木; 古生态环境

中图分类号: P588.2; P534.53 文献标识码: A 文章编号: 1008-9497(2002)02-0202-07

DONG Chuan-wan¹, ZHU Guo-qiang¹, YU Zhong-hui², GAO Shan-kun¹ (1. *Department of Earth Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China*; 2. *Xinchang Scenery Tour Bureau, Xinchang, 312500, China*)

Study on the petrology of strata bearing petrified wood and the palaeoecology in Xinchang, Zhejiang Province. *Journal of Zhejiang University (Science Edition)*, 2002, 29(2): 202~208

Abstract: A lot of petrified woods has been preserved in Xinchang Basin, Zhejiang Province. They are important and typical palaeoplant geological remains. The strata bearing petrified woods are Guantou Formation, belonging to the Early Cretaceous in age. The rock types include conglomerate, sandstone, clay rock and so on. Petrology study shows that they formed in a dry and fast-accumulated intermountain basin. The sedimentary facies are river and lake facies. Xinchang petrified woods are Araucarioxylon Xinchangense, forming in tropical-subtropical environments. The petrology studies on stratum together with the characteristic of Xinchang petrified wood, the palaeoecologic environment of Xinchang petrified wood - Araucarioxylon forming is analysed.

Key words: Xinchang basin; Early Cretaceous; petrified wood; palaeoecologic environment

生物化石的古生态研究, 是重建地史时期古地理、古气候的重要依据, 每种生物(动物和植物)都是生活在一定环境、适应环境的结果, 各种生物的习性行为和身体形态构造都具有反映环境条件的特征。硅化木(petrified wood)是一种重要的生物化石, 是石化了的地史时期古植物遗体, 常保留着原树木的外观和内部结构。对硅化木及赋存地层的研究, 可以了解地史时期的植物类属、演变, 揭示其生长、破坏及石化过程的古气候、古地理等古生态环境, 在生物学、地质学上有重要意义。

新昌西部的梅渚苏秦、澄潭王家坪、镜岭安溪、镜屏练使、回山下山村等地, 赋存着丰富的硅化

木,均呈黑色或浅灰色,植物结构(如木质纤维、年轮等)在手标本上即清晰可见.新昌硅化木以数量众多、产地集中、保存完整被载入上海吉尼斯记录,是重要而典型的古植物地质遗迹.

1 地质背景

早白垩世是中国东南沿海地球动力学环境发生改变、裂陷盆地形成、亚洲东部大陆开始裂解的重要时期.在这一地史时期,东南沿海区域构造应力场由燕山早期的挤压体制转变为引张体制^[1,2].受其制约,浙江东部断裂活动十分发育,出现了丽水—余姚、温州—镇海等北北东向的大断裂及北东向、北西向等次级断裂,同时还有东西向的断裂活动.伴随着断裂活动发育的断块运动,在浙江东部形成了一系列断陷盆地^[3].新昌白垩世盆地即为其中之一.

新昌盆地是在上侏罗统磨石山群基础上发育而成,盆地的四周为磨石山群火山-沉积岩系(凝灰质砂岩、凝灰岩、熔结凝灰岩、流纹岩等),受断块活动的影响,在新昌盆地内也有基底磨石山群出露.盆地主要由下白垩统永康群馆头组、朝川组构成.馆头组不整合在磨石山群之上,主要分布在新昌盆地西侧,呈狭窄的条带状近南北向展布,长约 25 km,宽约 2 km.馆头组与上覆地层朝川组沉积岩(紫红色砾岩、砂岩及薄层状粉砂质泥岩)整合过渡,后者为新昌盆地主体,受基底磨石山群影响,朝川组主要分布在盆地内带西侧和北侧(见图 1).

新昌盆地内还出露一些晚中生代花岗岩体和第三系铜视岭组玄武岩,前者呈岩株,侵位于磨石山群,出露在盆地的东部,后者则呈玄武岩台地,不整合在上述不同地层之上.

2 新昌硅化木赋存地层岩石学

早白垩世馆头组是新昌硅化木的赋存层位.新昌盆地馆头组地层厚度为 397 ~ 617 m,产状平缓,倾角一般小于 30°.其底部为紫红色砂砾岩、砾岩,往上为杂色砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩和页岩等互层,含钙质结核,常有块状砂砾岩夹层出现.同时还夹有玄武岩和/或流纹质凝灰岩等火山熔岩、火山碎屑岩夹层(见图 2),局部并夹有透镜状礁状泥灰岩、灰岩.沉积岩约占代表性剖面岩层厚度的 78.9%,在新昌盆地早白垩世馆头组中主要的岩石类型有:

砾岩类 新昌馆头组底部砾岩,呈红色、紫红色,砾石粒经 5 ~ 10 mm,最大者大于 15 mm.含量 50% ~ 70%,被细粒级碎屑胶结,砾石的分选性及磨圆度中等.砾石成分主要是流纹质凝灰岩、流纹岩等.这些砾石显然来自下伏地层晚侏罗世火山岩.

砂岩类 杂色砂岩,是新昌馆头组的重要沉积岩类型.新昌馆头组砂岩类的一个重要特征,是砂岩的碎屑中石英含量很低,通常低于 5%.碎屑成分主要是岩屑和长石,见有少量的黑云母.根据岩屑和长石碎屑的相对含量,新昌馆头组砂岩可分为岩屑砂岩、长石砂岩及它们之间的过渡类型(见表 1).岩屑的成分,同上述砾石成分,主要是各种火山岩砂级碎屑.长石碎屑新鲜,未经蚀变,其

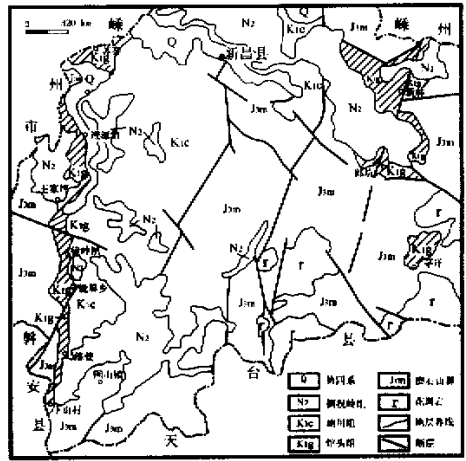


图 1 浙江新昌盆地地质简图

Fig. 1 Geological sketch map in Xinchang Basin, Zhejiang Province

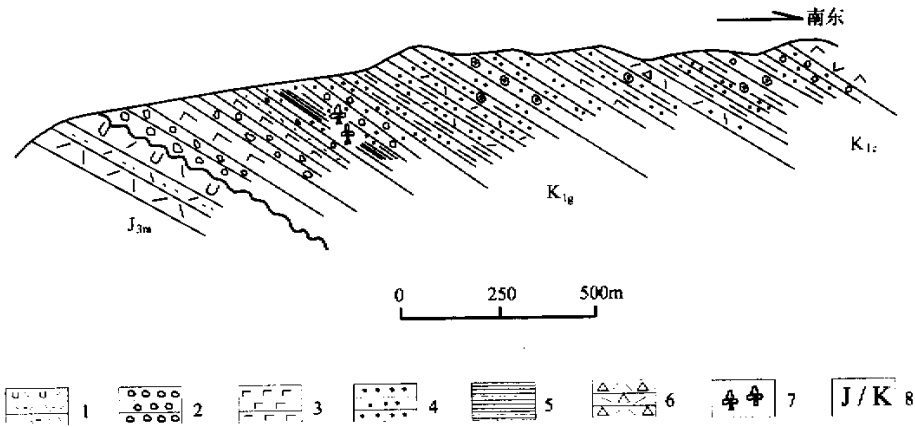


图 2 新昌镜岭馆头组剖面(据诸暨幅 1:20 万区域地质调查报告修改,1975)

Fig.2 Section map of Guantou group in Jingling area, Xinchang county

- 1. 磨石山群九里坪组火山岩; 2. 灰黑色玄武岩; 3. 砾岩层; 4. 杂色砂岩; 5. 泥岩和页岩;
- 6. 朝川组流纹质含砾凝灰岩; 7. 硅化木; 8. 地层时代侏罗世/白垩世

成分为钾长石和中性斜长石。后者常保留有清晰的卡-钠复合双晶和钠长石律双晶。这样的双晶结构,是岩浆成因的矿物学标志^[4]。馆头组砂岩中长石碎屑的以上特点,与附近磨石山群火山岩中斑晶或晶屑是相匹配的。显然,它们同上述砾石、岩屑一样,都是来自晚侏罗世磨石山群火山岩。

长石碎屑和岩屑被泥质或钙质胶结,但以泥质胶结为主。而粘土杂基含量通常大于 15%,构成长石杂砂岩、岩屑杂砂岩。特别在岩屑杂砂岩中,常含有较多的由泥岩碎屑变成的假杂基。随着粘土杂基的增加,以上砂岩过渡为砂质泥岩。

从表 1 可以看出,新昌馆头组砂岩类的结构成熟度和成分成熟度都较低。大量长石砂岩的出现,反映出在其形成过程中以物理风化为主,化学风化不发育,并且是在强烈侵蚀和快速堆积的条件下形成的,而且在其埋藏以后,在成岩后生阶段的蚀变作用较弱。因为只有在这样的条件下,长石才可以得以大量保存并形成长石砂岩。岩屑杂砂岩的形成,同样需要有造成强烈侵蚀、快速堆积的构造条件产物^[5]。

表 1 新昌盆地晚白垩世馆头组中砂岩组分与粒级

Table 1 Compositions and grain scale of Late Cretaceous Guantou group in Xinchang Basin %

样号	岩石名称	碎屑组分			粒级组合				填隙物及含量
		岩屑	长石	石英	巨砂	粗砂	中砂	细砂	
王 3-1	岩屑长石砂岩	20	70	微量		6	30	64	泥质, 10
王 5-3	长石岩屑杂砂岩	50	30	微量	<5	30	45	20	泥质, 20
王 7-1	岩屑长石杂砂岩	20	55	<5		10	40	50	泥质, 25
王 7-3	岩屑长石杂砂岩	35	45	微量		10	30	60	泥质, 钙质, 20
安 6-1	长石岩屑砂岩	48	27	3	20	25	40	15	钙质, 25
安 7-4	长石岩屑砂岩	65	25	微量		15	65	20	泥质, 10
镜屏 9	长石岩屑杂砂岩	60	20	微量			15	85	泥质, 20
苏 8-4	长石杂砂岩	10	60	微量			10	90	泥质, 30
苏 11	长石岩屑砂岩	50	35	微量		10	50	40	泥质, 15

粘土岩 新昌馆头组粘土质岩石,呈泥质结构、粉砂或含砂泥质结构,水平层理发育.由高岭石、水云母等粘土矿物组成.

在新昌馆头组剖面中,局部夹有透镜状、礁状泥灰岩、泥灰岩.在礁状泥灰岩中产有虫管化石(龙介虫科)、藻灰结核、叠层石等^[6].龙介虫科在我国主要生活在近海沿岸的潮间带、泻湖及与海水相通的江、河口和江湾受海水影响的地带^[7].而叠层石的形成环境局限于潮间带及亚滨海相^[6].曹瑞骥(1987)认为,在叠层石形成期间的某个阶段,古湖盆与古海洋之间存在通道或短时间接受海侵^[8].新昌早白垩世盆地以陆相河湖相堆积为主,但又出现少量的礁状泥灰岩、泥灰岩和虫管化石、藻灰结核、叠层石等化石,这可能反映出在早白垩世,新昌盆地曾一度发生过小规模的海泛事件,海水的灌入,导致部分海洋生物的繁殖.

新昌馆头组中,还常夹有基性和/或酸性火山岩、火山碎屑岩,如玄武岩、流纹岩、流纹质凝灰岩等.它们的形成与盆地的裂隙有关^[3].由新昌拔茅地区馆头组流纹岩的 Rb-Sr 等时线年龄测定,其年龄为 110 百万年,为晚中生代早白垩世的产物^[9].

新昌化木石即主要赋存在这一套含砾砂岩、砂岩及粉砂岩之中.

3 新昌硅化木特征

新昌硅化木赋存在新昌梅渚苏秦—澄潭王家坪—镜岭安溪—镜屏练使—回山下山村一带的馆头组中.已发现硅化木出露点 80 多处,硅化木约 300 多根,分布面积近 40 km²,其中在澄潭王家坪和镜岭安溪、礅头附近 3 ~ 4 km² 的范围内最为集中.此外,在盆地东侧的新林、郎坑和茅洋等地馆头组是否有硅化木,尚待进一步调查和研究.无疑,在早白垩世,这里曾经是一片茂盛的森林.

新昌硅化木保存完整,粗大的树干、树枝化石均有保存,大多数硅化木平行岩层面埋.在澄潭镇王家坪一带,还出露长度大于 11 m,直径 2.1 m 的石化古树躯干(见图 3(a))和直立的近根部硅化木树桩,桩高 2.3 m,直径大于 2 m,根展达 4.1 m(见图 3(b)).一般硅化木的直径在 0.5~1.0 m.所有硅化木均受硅化作用,呈现灰黑色或浅黄灰色,坚硬致密,比重较大,锤击之,常冒火星.在手标本上,植物结构,如年轮、树木疤结、甚至木质纤维,均清晰可见.

经中国科学院植物研究所段淑英鉴定,新昌硅化木具有以下共同特点:①没有导管和筛板等构造,说明它们是裸子植物;②横切面上年轮较宽,早材较宽,晚材较窄,反映了古气候条件的变化(见图 3(c));③径切面上,每个管壁上的具缘纹孔均为 1-多列(见图 3(d)),弦切面上的射线均为单列,射线细胞排列成串珠状(见图 3(e)),与现代南洋杉属木材最相似,依据古生物学的“以古论今”原则,确定其为南洋杉型木属;④交叉场内小孔很多,有别于辽宁西部及四川自贡的南洋杉型木,而与日本南洋杉型木相似.但日本南洋杉型木的射线细胞较多,每个串珠都有 9 个以上的细胞,少于 5 个细胞的很少,而新昌的南洋杉型木中多于 5 个细胞的串珠比较少,因此二者又有明显不同,故确定其为新种,定为新昌南洋杉型木——*Araucarioxylon xinchangense* Duan sp. nov.^①.

4 古生态研究

4.1 古气候条件

新昌硅化木属南洋杉型木.现代南洋杉属树木都是高大的常绿乔木,主要分布在南半球的南美洲、大洋洲及太平洋诸岛.但中生代晚期(从晚侏罗统至早白垩世),南洋杉在我国境内分布很广,如

① 段淑英,等.中国浙江新昌化石木研究,待刊.

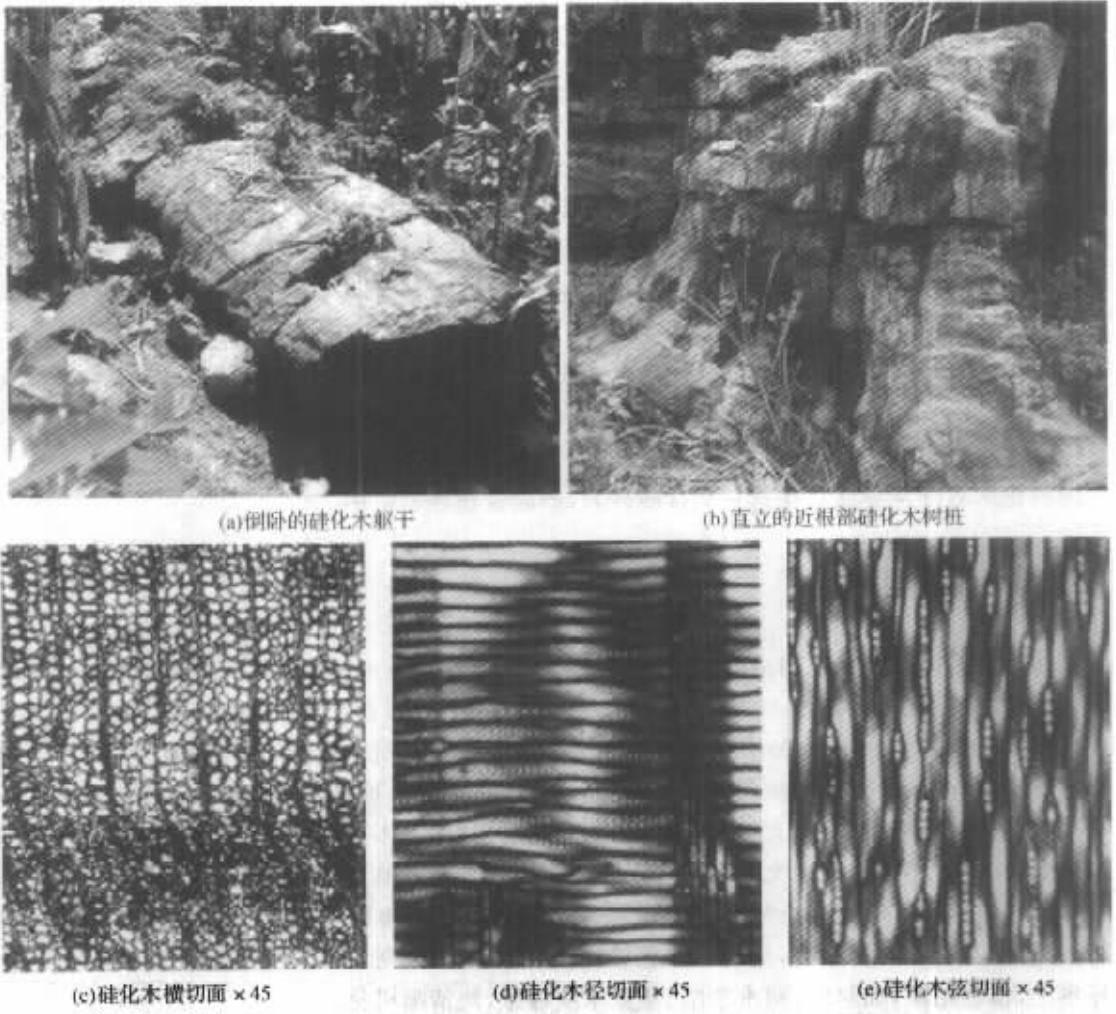


图 3 新昌南洋杉型木的外形和内部结构

Fig. 3 The external forms and inner structures of *Araucarioxylon Xinchangense* Duan.

辽宁西部、山东、四川自贡等地都有南洋杉发育^[10, 11]。说明那时的南、北半球的气温比较一致。据有关资料^[12]，侏罗纪-白垩纪，全球以海洋性气候为主，形成世界均一的温暖潮湿气候；在亚洲中部及东部，自中侏罗世末或晚侏罗世初出现的干燥气候，一直延续到白垩纪。

在早白垩世，全球的植物区系可分为 4 大区，即西伯利亚-加拿大区；欧洲-中国区；赤道区和澳大利亚区。我国东北至北京地区属西伯利亚-加拿大区；山东、东南沿海及西藏地区属欧洲-中国区。其区别是各有一些特有的植物。在我国东北至北京地区，早白垩世覆盖着茂盛的森林，其组成部分主要是银杏类和古松类。林下生长着茂盛的真蕨类、木贼、某些苏铁类等。这个地区的硅化木以异木属居多。而浙江、福建、山东及西藏等广大地区则属欧洲-中国区，该区同样有茂盛的森林，但林中几乎没有银杏类和次康叶类的大树，苏铁杉和古松类也很少见。这个地区以南洋杉型木属为主，如日本南洋杉型木、自贡南洋杉型木和本地的新昌南洋杉型木等，我国境内的欧洲-中国区的植物群可以与英国的韦尔登植物群相比。该区的气温比较高，均为亚热带-热带气候^①。

现代南洋杉属树木中年轮通常不明显，这是因为在热带环境中植物生长没有季节之分。但在新

① 段淑英, 等. 中国浙江新昌化石木研究, 待刊.

昌南洋杉型木中可见宽的年轮,表明当时新昌及中国东南沿海一带的气温或者雨量可分适合植物生长时期和不利植物生长时期,即可能是亚热带的分季节的气候或热带有干湿季节之分的气候。

4.2 沉积与古地理环境

硅化木形成时的沉积与古地理环境,可从其赋存的地层及其岩石学特征得到反映。

在新昌盆地硅化木赋存的馆头组砾岩底部具明显的冲刷现象,发育槽状交错层理,反映出暂时性流水携带大量前期剥蚀形成的砂砾质沉积物进入盆地而形成,属于盆地底部湖泊扇三角洲亚相砾岩^[13]。在新昌馆头组中,常夹有数层砾岩,其厚度自 0.5 米至几米。砾石成分与底砾岩的基本相同,但泥质岩石碎屑增多。厚度不等的多层砾岩夹层的出现(见图 2),应是间歇性洪水等冲刷堆积的结果,可能反映了当时气候、生态环境的不稳定。

新昌馆头组砂岩主要是杂色的岩屑长石砂岩和长石岩屑砂岩,它们在强烈侵蚀、快速堆积的构造环境中形成,常产在侵蚀区附近的山前或山间盆地中^[5]。杂色砂岩与粉砂岩、页岩互层,发育水平层理,有时见有粒序层理和小型交错层理。有时砂体呈透镜状产出,并夹有块状砾岩。以上杂色砂岩的特征及其与其他沉积岩组合,表明馆头组具有河湖相和滨湖相沉积的特点。新昌硅化木则生长在盆地边缘河湖相沉积环境之中。

结合新昌硅化木种属及其赋存地层岩石学特征,可勾画出新昌盆地早白垩世古生态环境与硅化木的形成过程。

早白垩世,地处浙江东部的的新昌盆地,亚热带-热带气候,气温较高,阳光充足,雨水充沛,土地肥沃,土壤中富含植物生长所必需的各种营养元素(它们来自盆地基底侏罗纪火山岩)。这里生长着高大的南洋杉木型常绿树木,林下有丰富的蕨类及其它植物。张璐瑾(1978)对新昌苏秦馆头组孢子花粉进行了分析,其组合是蕨类孢子占 51.8%,裸子植物花粉占 46.0%,藓类孢子占 2.2%。这一孢粉组合特征显示早白垩世的面貌^[14]。

温暖的气候条件,深浅适中的河湖水,食物来源丰富,也有利生物的繁衍生息。因而在馆头组沉积层中保存了大量的软体动物化石,如鱼类、叶肢介、介形类等^[3]。

地壳变动引发的一系列地质事件,如盆地差异升降、地震、洪水,火山喷发,甚至还有海啸、海侵等,摧毁、推倒了茁壮的树木。它们大多顺层倒卧并被就地掩埋在砂石泥土之中。经过漫长的地质历史时期(几千万年甚至上亿年),沉积成岩作用使砂石泥土变成砂岩、砂砾岩和粘土岩,而保存在砂石泥土中的树木躯干(其叶子、枝条等被水流带走或腐烂),经各种石化作用,则变成了硅化木。

然而,硅化木的形成,需要大量高浓度的含可溶性 SiO_2 的矿物质溶液。它们跟随水进入树木体内,在树木尚未腐烂之前就充填并对其进行交代,使其石化(主要是硅化),并保留了树木原来的内部结构。那么,大量的含 SiO_2 的矿物质溶液的产生与富集,是生物作用的结果^[15]还是与气候、环境变迁(引起河湖水中 pH 值变化)有关^[5]或是与火山作用有关,相关的研究正在进行中。

本项研究得到新昌风景旅游管理局的大力支持;硅化木属种鉴定与显微照片解释得到中国科学院植物研究所段淑英教授的热心指导和帮助,在此一并致谢。

参考文献:

- [1] UYELLA S, MIYASHIRO A. Plate tectonics and the Japanese island: a synthesis [J]. *Geol Soc Am Bull*, 1974, 85(7): 1159-1170.
- [2] 王德滋,周金城. 岩浆作用与地球动力学刍议——以中国东南部沿海为例 [J]. *岩石矿物学杂志*, 1991, 10(3): 205-210.

- WANG De-zi, ZHOU Jin-cheng. A humble opinion about magmatism and geodynamic cited the coastal area of southeastern China as instance [J]. *Acta Petrologic Mineralogical*, 1991, 10 (3): 205—210.
- [3] 浙江省地质矿产局. 浙江省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1989. 527—532.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Zhejiang Province. *Regional Geology of Zhejiang Province* [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989. 527—532.
- [4] VANCE J A. Zoning in igneous plagioclase: normal and oscillatory zoning [J]. *Am J Sci*, 1962, 260(10): 746—760.
- [5] 刘宝珺. 沉积岩石学 [M]. 北京: 地质出版社, 1980.
LIU Bao-jun. *Sedimentary* [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1980.
- [6] CHEN Qi-shi, YE Xiao-dan. Age and megafacies sedimentary environments of SiPu limestone in Xiangshan County, Zhejiang, China [J]. *Ann Soc du Nord*, 1993, T 2: 135—144.
- [7] 俞昌民, 王惠基. 多毛栖管化石 [J]. 古生物学报, 1983, 22 (6): 706—708.
YU Chang-min, WANG Hui-ji. *Plychaeta tube-like fossils* [J]. *Acta Palaeontologica Sinica*, 1983, 22 (6): 706—708.
- [8] 曹瑞骥. 松辽盆地白垩纪青山口组叠层石的环境意义 [J]. 古生物学报, 1987, 26 (5): 536—543.
CAO Rui-ji. Environmental significance of stromatolites from Cretaceous Qingshankou formation in Songliao Basin, NE China [J]. *ACTA Palaeontologica Sinica*, 1987, 26 (5): 536—543.
- [9] 周金城, 张海进, 俞云文. 浙江新昌早白垩世复合岩流中的岩浆混合作用 [J]. 岩石学报, 1994, 10 (3): 236—248.
ZHOU Jin-cheng, ZHANG Hai-jin, YU Yun-wen. Magma mixing in Early Cretaceous composite lava flows in Xinchang, Zhejiang Province [J]. *Acta Petrologica*, 1994, 10 (3): 236—248.
- [10] 段淑英. 中国东北辽宁省西部几种中生代硅化木 [J]. 植物学报, 2000, 42 (2): 207—213.
DUAN Shu-ying. Several fossil woods from Mesozoic of western Liaoning Province, Northeast, China [J]. *Acta Botanica Sinica*, 2000, 42 (2): 207—213.
- [11] 段淑英, 彭光照. 四川自贡硅化木研究 [J]. 植物学报, 1998, 40 (7): 673—679.
DUAN Shu-ying, PENG Guang-zhao. Study on the fossil woods found in Zigong, Sichuan, China [J]. *Acta Botanica Sinica*, 1998, 40 (7): 673—679.
- [12] 王荷生. 植物区系地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1992. 75—77.
WANG He-sheng. *Flora-geography* [M]. Beijing: Science Press, 1992. 75—77.
- [13] 李耀西, 汪迎平, 丁保良. 中国东南部白垩系综合地层学研究的新进展 [J]. 地质学报, 2001, 75 (4): 451—458.
LI Yao-xi, WANG Ying-ping, DING Bao-liang. New advances of the study Cretaceous strata in Southeastern China based on comprehensive stratigraphy [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2001, 75 (4): 451—458.
- [14] 张璐瑾. 浙江中生界火山碎屑岩中的孢子花粉 [J]. 古生物学报, 1978, 17 (2): 180—192.
ZHANG Lu-jin. Mesozoic spores and pollen grains from the volcanic clastic sedimentary rocks in Zhejiang, with their stratigraphic significance [J]. *Acta Palaeontologica Sinica*, 1978, 17 (2): 180—192.
- [15] 赵国连. 生物作用在二氧化硅聚集沉淀过程中的意义——以皖南浙西的硅岩为例 [J]. 沉积学报, 1999, 17 (1): 30—36.
ZHAO Guo-lian. The influence of biogenic procession on the accumulation and precipitation of silica — an example from South of Anhui and West of Zhejiang [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 1999, 17 (1): 30—36.