

浙江省寒武纪岩相古地理

黄泽惠 张示菽

(浙江省地质科学研究所)

在1985年12月,我们完成了比例尺为百万分之一的“浙江省寒武纪岩相古地理”编图。现把编图成果叙述如下:

一、地层

浙江省寒武系分布在浙西,即绍兴-江山断裂带以西地区,呈北东向的线形褶皱,岩层厚度450—1700m。寒武系与上覆层奥陶系呈整合接触,而与下伏震旦系的接触关系则在不同地区有所不同。肖山-常山以西至浙皖边界一带为整合接触,以东至绍兴、江山一带为假整合接触。寒武系的岩性,中上部以碳酸盐岩为主,下部为硅质岩夹石煤层和磷矿层。古生物以三叶虫类球接子为主,及少量腕足类、藻类化石。依据岩性与古生物特征,本文对区内寒武系划分为三个统、五个组,即下统荷圻组与大陈岭组、中统杨柳岗组,上统华严寺组及西阳山组、其与邻区的对应关系见表1。

表1 浙江省寒武系与邻区对比表

地 区 层 位		本 文	浙 江 (地层表)	皖 南	苏 南	江 西 北 东 部
上 覆 层		O ₁ 印诸埠组	O ₁ 印诸埠组	O ₁ 仑 山 组	奥 陶 系	O ₁ 印 诸 埠 组
寒 武 系	上 统	西阳山组	西阳山组	唐 村 组	西阳山组	西 阳 山 组
		华严寺组	华严寺组	青 坑 组	华严寺组	华 严 寺 组
	团 山 组					
	中 统	柳杨岗组	杨柳岗组	杨 柳 岗 组	杨柳岗组	杨 柳 岗 组
		下 统	大陈岭组	大陈岭组	大陈岭组	荷 塘 组
	荷 塘 组		荷 塘 组	荷 塘 组		
	西峰寺组 硅质岩段		皮园村组			

二、基底古构造

(一) 基底轮廓

依据寒武系沉积特征分析, 本区寒武纪基底受前期晋宁运动影响。前寒武纪存在北东向与东西向断裂带。基底被北东向断裂带错动, 造成浙东地区上升为华夏陆, 浙西地区则下降成为地势低洼的钱塘海湾。海湾基底又被次一级北东向断裂即长兴-底本断裂带, 临安-开化断裂带、肖山-常山断裂带和绍兴-江山断裂带分割为三条断块, 因而岩层分布很自然地显示为三个条带。

安吉-开化断块, 位于长兴-底本断裂与临安-开化断裂带之间, 在寒武纪为持续的相对拗陷地区, 寒武系层序完整, 与上覆层和下伏层皆为整合接触, 推测为地势最低的深谷, 其宽度可能为20Km。

桐庐-建德断块, 位于临安-开化断裂带与肖山-常山断裂带之间。在早寒武世荷塘初期为隆起带, 缺失荷塘组底部地层(第一韵律层); 后来在海侵作用下, 海面上升, 被海水淹没, 沉积了荷塘组第二韵律层以上的岩层。岩层厚度比安吉-开化断块小。

诸暨-衢县断块, 位于肖山-常山断裂带与绍兴-江山断裂带之间。在早寒武世荷塘初期为隆起带, 缺失荷塘组第一韵律层和第二韵律层底部的硅质岩; 后来被海水淹没成为华夏陆水下岸坡带, 沉积了荷塘组第二韵律层以上的岩层。

长兴-杭州断块, 位于北西向断裂带(安吉-肖山断裂带)以北地区。在寒武纪期间为水下隆起, 是海湾与广海的连接带。寒武系厚度不大, 岩层相变明显, 例如荷塘组在超山相变为碳质页岩夹灰岩, 岩层厚度变小为31m, 上寒武统相变为白云岩不能分组称为超峰群。

依据上述各断块的沉积特征分析, 认为海湾基底地形轮廓是: 西岸陡, 东岸平缓; 内湾地势低洼, 海湾口的基底提高。海湾基底形似不规则的浅海盆。

(二) 基底断裂

本区基底断裂带继承了震旦纪时期的构造格局, 推测断裂带有长兴-底本断裂带, 临安-开化断裂带, 肖山-常山断裂带和绍兴-江山断裂带与安吉-肖山断裂带。这些断裂带对沉积环境变化起着控制作用, 因此我们依据岩性变化和岩层缺失情况, 推测了寒武纪基底断裂位置, 分析的依据为:

1. 各断块岩层厚度变化大。

寒武系厚度在安吉-开化断块为1700m, 桐庐-建德断块为885m, 诸暨-衢县断块为450m。岩层厚度变化大可能与各断裂带活动强度有关。长兴-底本断裂与临安-开化断裂是强烈的活动带, 因此由这两条断裂控制的安吉-开化断块沉降幅度比其余条带相对的大得多, 当堆积速度与沉降速度一致时, 岩层厚度必然大。同理, 诸暨-衢县断块因绍兴-江山断裂带活动强度比较小, 所以该断块的沉降幅度比其余断块小, 推测其堆积速度与沉降幅度不协调, 所以岩层厚度很薄。

2. 海侵侧向超覆

依据荷塘组具有韵律构造特征及与下伏西峰寺组的接触关系, 认为存在海侵超覆; 在安

吉-开化地区, 荷塘组具有三个韵律层, 与下伏上震旦统西峰寺组为整合接触; 在桐庐-建德地区荷塘组缺失底部的第一韵律层; 在诸暨-衢县地区, 荷塘组缺失第一韵律层和第二韵律层底部的硅质岩, 形成石煤层磷块岩与西峰寺组白云岩为明显的假整合接触。这些地区第二韵律层的石煤自西向东, 侧向超覆于西峰寺组之上的原因, 是它们的基底被断裂带错动, 形成地形自西向东依次抬高和明显的海侵超覆的缘故。

3. 断裂带附近硅质岩厚度增大

在临安-开化断裂带和肖山-常山断裂带两侧, 硅质岩厚度相差悬殊, 例如开化-临安断裂带两侧, 西侧底本硅质岩厚达460m; 东侧开化密坑剖面仅48m。硅质岩增厚的原因, 可能是断裂带北西盘相对下降, 地势低洼, 沉积界面较深, 对硅质岩的形成有利。

三、沉积相特征

(一) 相带划分

有关古海洋沉积环境模式划分方案甚多, 我们主要参考威尔逊 (Wilson, 1975年) 与关士聪 (1984年) 建立的沉积模式, 认为本区寒武系属陆地边缘相区和台地相区的半局限台地相、半局限台沟相与局限台地相 (表2)

(二) 岩相描述

1. 早寒武世荷塘期 (图1)

(1) 半局限台沟相

在开化底本经淳安小陵至安吉上市一带, 荷塘组厚度比台地相大数倍, 岩石组合为灰黑色硅质岩夹灰黑色硅质泥岩、灰黑色硅质泥岩、灰黑色硅质页岩及石煤层, 其中硅质岩厚度大于300m, 灰黑色硅质页岩硅质泥岩一般厚约100m左右, 最厚达468m, 石煤层最厚达118m。开化县底本至淳安瑶山一带是本区石煤主要产地, 沿北东方向延伸至临安坑里, 安吉上市一带减薄, 上市仅10m左右, 而荷塘组则相变为灰黑色硅质岩夹薄层灰岩或灰岩透镜体, 局部有石煤夹层。这反映海沟岩性自南西端向北东方向有明显变化, 究其原因, 可能是南西端位于江南岛东缘, 陆源物质供给充足, 在沉降速度与堆积速度相当的情况下, 岩层厚度大, 煤层厚度也大, 台沟北东端为海湾口, 地势低洼、海水深而且流通性好, 有利于硅质沉积, 对石煤的形成则不适宜, 因而石煤层变薄或呈鸡窝状, 甚至缺失。另外镜下观察硅质泥岩, 见硅质呈隐晶至微晶结构, 粒径 $<0.001\text{mm}$, 分布在泥质和粉砂粒之间, 岩石具有水平纹层构造, 化石极少, 常有星点状黄铁矿分布, 因此, 推测 SiO_2 呈极细小的分散状质点与泥质粉砂质一起沉淀, 其原因是江南岛有丰富的陆源物质和淡水补给, 对硅质沉淀有利。

依据上述岩性特征与化石少等特点, 推测台沟海水为半滞流至滞流状态的水体, 其沉积界面在浪基面以下至氧化还原界面。另外依据开化塘坞至底本一带硅质层中有大量的粉砂状长石和泥质高的特征分析, 认为台沟位于江南岛边缘, 不在远离陆地的槽盆地区。

表 2

寒武纪沉积相划分对比表

关士聪 (1984)			威尔逊 (1975)	本 文	
台 棚 相 组	陆 地 边 缘 相 区	三角洲相带	台地蒸发相	台地蒸发相	
		滨海陆屑滩相带			
		冰川陆屑滩相带			
		潮坪泻湖相带			
		滨海沼泽相带			
		沿岸滩坝相带			
	台地相区	闭塞台地相带	局限海台地相	半局限海台地相	
		半闭塞台地相带	开阔海台地相		
		开阔台地相带			
	凹槽台地相带		半局限台沟相		
		台地边缘相区	台地边缘滩相带	台地边缘浅滩相	
			台地边缘滩相带	台地边缘生物礁相	
	台地前缘斜坡相带		台地边缘斜坡相		
	浅海盆地相区		陆棚内缘斜坡相带	盆地边缘相	
浅海陆棚相带		广海陆棚相			
陆棚边缘盆地相带					
槽盆相组	浅槽盆相区	盆地相			
	深槽盆相区				

置不同有差异, 肖山、衢县一带位于华夏陆西缘, 岩石组合以灰黑色硅质泥岩、硅质页岩为主, 底部有灰黑色硅质岩、石煤和磷矿, 硅质岩厚度小于10m, 岩比为硅质页岩和硅质泥岩在岩层中占80%以上; 桐庐至建德一带位于台地中央地区, 岩石组合为灰黑色硅质页岩, 灰黑色硅质泥岩夹硅质岩、石煤层、磷块岩或磷结核, 岩比为泥岩>石煤, 硅质岩占岩层的11~50%。在东北端余杭至肖山赭山一带, 岩层相变为钙质泥岩、钙质页岩, 泥灰岩夹灰岩, 底部为碳质粉砂质页岩, 未见石煤层。另外从荷塘组层序分析, 安吉-开化一带具有韵律构造, 韵律层自下而上由硅质岩—硅质泥岩(硅质页岩)—石煤组成, 在开化县底本附近有三个韵律层(图2)。台地相带其余地区缺失第一韵律层, 仅有第二和第三韵律层分布。

台地相带内化石丰富, 在余杭县超山荷塘组产: *Lingulella* sp., *Homotreta* sp., *Zhejiangospis yuhangensis*, *Redlichia* sp. 及软舌螺。在江山县杨柳岗分布的荷塘组产: 三叶虫 *Shabaelia* sp., *Hunanocephalus ovalis*。在石煤层和磷矿层中曾发现蓝绿藻, 有古微孢藻, *Palaeomicrosysis*, 石囊藻 (*Enlophysalidaceae*) 等。我们还见到球形藻, 管藻及腹足类、软舌螺等。复州虫有成虫和幼虫分布在岩石中, 为原地埋藏生物, 因此认为复州虫是

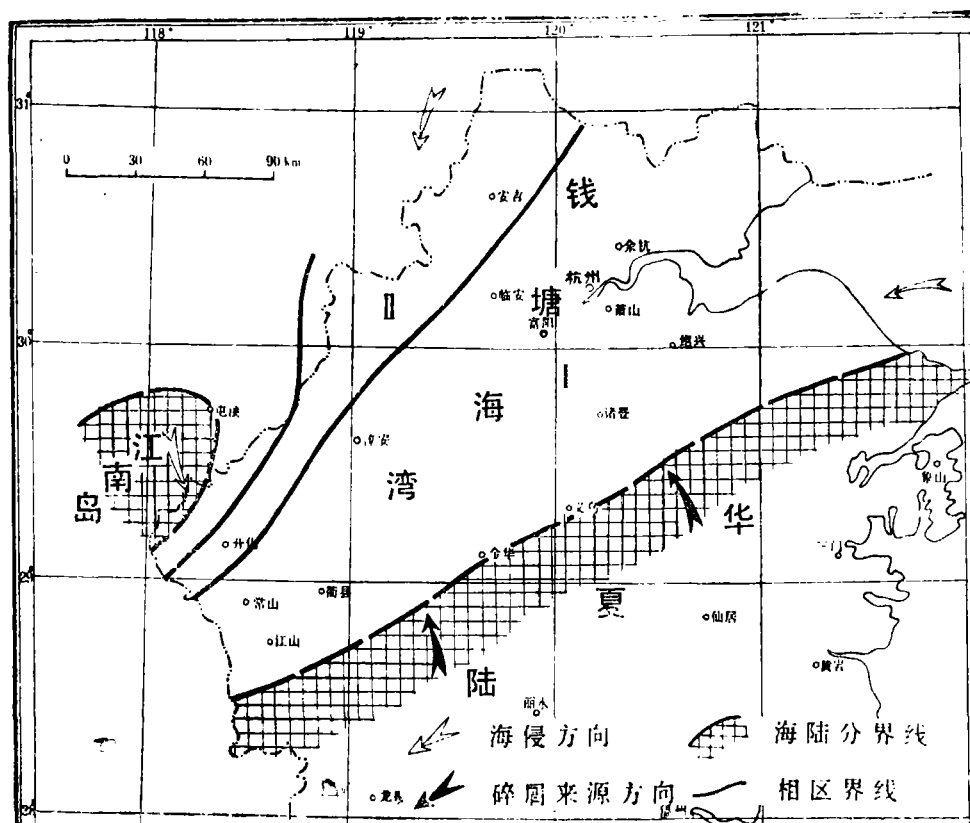


图1 浙江省早寒武世荷塘期岩相古地理图

I—半局限台地相； II—半局限台沟相

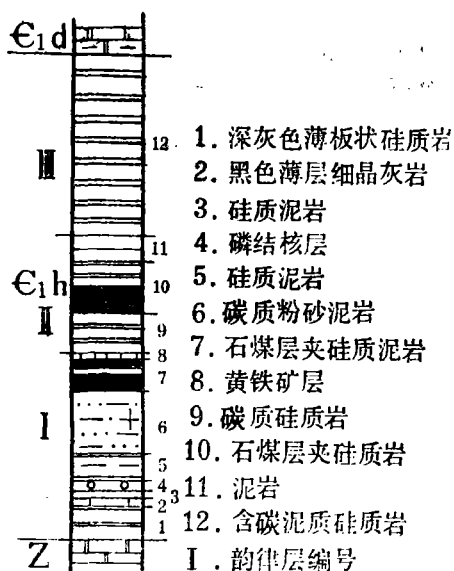


图2 开化县底本村荷塘组柱状图

底栖三叶虫。腹足类与舌形贝常常生活在近海岸和浅海地区。蓝绿藻是有意义的浅水相标志，因为蓝绿藻是自养的，也是需光营养的生物，它借同化色素及光能而同化二氧化碳，所以绿藻是典型的浅水生物。上述生物的生态反映沉积环境为海水不深的浅海带。

2. 早寒武世大陈岭期

(1) 半局限海台地相，分布在海湾口和内湾的中部地区。岩性组合为深灰色中厚层至厚层状泥质灰岩，白云质灰岩夹少量硅质页岩、碳质页岩。

(2) 局限台地相，分布在陆地边缘地区，为深灰色中厚层白云岩。

大陈岭组层位稳定，岩层厚度一般为几米至40m，最厚达54m。产三叶虫

Placenta, 及蓝绿藻团块。灰岩与白云岩具微晶结构纹层构造, 节头虫和张氏虫是底栖三叶虫, 这些特征反映水体能量低、海水浅, 为水流不畅的半局限和局限海湾环境。

3. 中寒武世杨柳岗期 (图 3)

(1) 半局限台地相, 分布在钱塘海湾西侧。杨柳岗组在垂向上为海水变浅的沉积序列, 下部岩性为硅质泥岩、硅质页岩夹泥灰岩或灰岩透镜体, 在淳安瑶山至安吉上市一带为深灰色硅质岩夹透镜状白云质灰岩; 上部为灰色、深灰色中厚层饼条状灰岩、泥质灰岩、薄层灰岩夹钙质泥岩。灰岩中见有蓝绿藻, 岩层中见水平纹层。

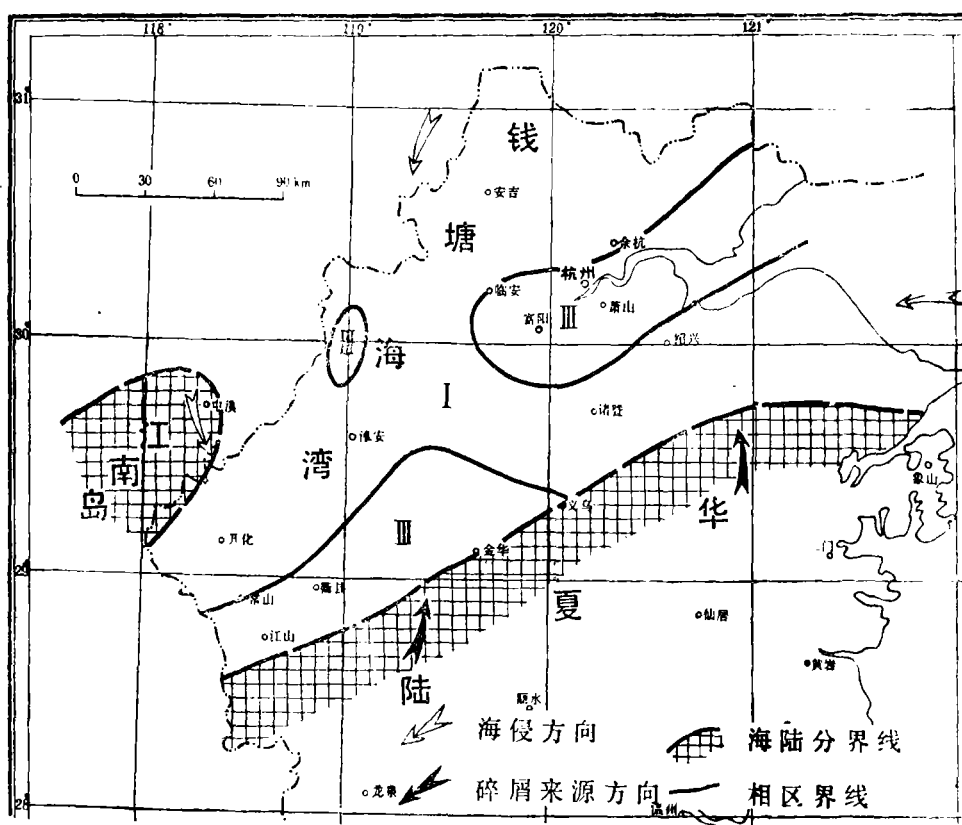


图 8 浙江省中寒武世杨柳岗期岩相古地理图

I—半局限台地相; II—局限台地相

化石组合, 以三叶虫类球结子为主, 另有腕足类。 *Lejopyge aemala*, *Goniagnostus spihiger*, *Hypagnostus* sp., *Diplagnostus* sp., *Ptychagnostus* sp., *Pseudophalacrema triangula*, *Ptychagnostus sinicus*, *Ovalagnostus changi*, *Fuchouia oralolimbata*.

(2) 局限台地相, 分布在钱塘海湾东侧。杨柳岗组为深灰色, 中厚层至薄层灰岩、球状饼条状灰岩、条带状灰岩夹硅质页岩或黑色页岩、泥灰岩和白云岩。在海宁相变为硅化粉晶白云岩, 具有水平纹层。该相带三叶虫化石的属种较多, 除有上述半局限海台地相的三叶虫种属外, 还见有 *Neoslenopleurella typice*, *Eoshengia* Sp., *Paralsania* SP., *Damese-*

Ila sp., *Peronopsis* sp. 及蓝绿藻。但是在白云岩内化石极少, 反映沉积环境变化很大。依据岩层中有白云岩夹层或相变为白云岩的情况, 认为海水有浅或深的变化、半滞流与滞流的变化及海水盐度变化。上述岩性特征与生物组合, 反映杨柳岗组属浅海台地相。

4. 晚寒武世 (图4)

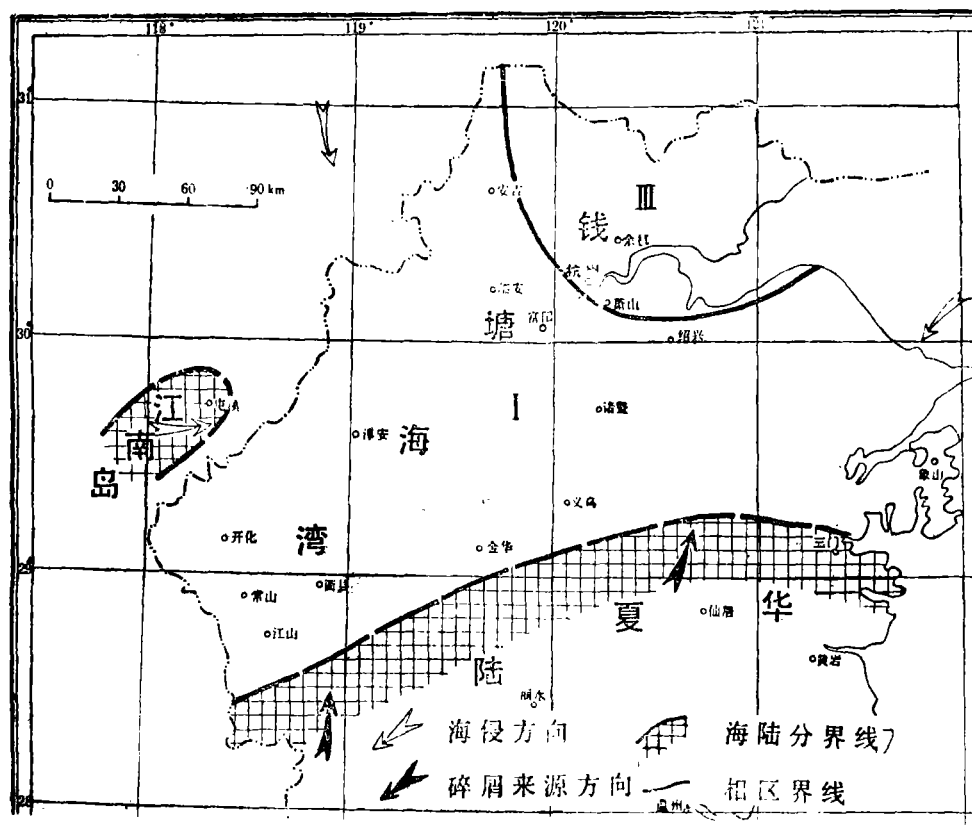


图4 浙江省晚寒武世岩相古地理图

I—半局限台地相; II—局限台地相

(1) 半局限台地相, 分布在浙西地区, 即肖山—江山一带以西至浙皖边界。上寒武统分为华严寺组和西阳山组。

华严寺组, 岩性变化不大, 为深灰色薄至中厚层灰岩, 沿层面有极薄层带状泥灰岩。灰岩含杂质少, 在石煤产地—开化、江山等地, 它是石灰, 水泥原料。灰岩中普遍见有纹层构造。岩层厚度较稳定, 为150m左右。产 *Proceratopyge kianensis*, *Pseudognostus idalis*, *Glyptagnostus reticulatus*, *Lejopyge sinensis*, *Teinitia* sp., *Irvingella* sp., *Obolus* sp. 及蓝绿藻。

西阳山组, 上部为深灰色饼条状灰岩夹泥灰岩、钙质泥岩; 下部为深灰色泥质灰岩, 钙质

hedini, *Acaroceras endogastrum*, *Ectenolites primus*, *pseudagnostus rugosus*, *Olenus sinensis*, *Obolus* sp. 及蓝绿藻。岩层厚度100至300m。安吉—开化条带, 岩层厚度最大, 肖山—江山条带厚度最小, 反映岩层厚度自西往东逐渐变薄。

依据上述二地层组的岩石以灰黑色、深灰色泥质灰岩、灰岩为主, 岩石中常有少量粉砂状陆源碎屑, 碎屑呈棱角状, 古生物以三叶虫类球接子为主, 及少量底栖三叶虫、腕足类化石, 同时还有丰富的蓝绿藻化石呈藻纹层, 并常见完整的松解式三叶虫骨骼及腕足化石碎片等特征, 充分反映出它们为低能水体, 水流不畅的半局限海潮坪的沉积。

(2) 局限台地相

这相带分布在余杭超山至肖山县赭山一带, 上寒武统为白云岩, 岩性单一不能建组, 产腕足类, 浙江省石油队命名为超峰群, 现被广泛采用。白云岩中化石少, 因而推测其为滞流的海水被蒸发后盐度逐渐增高, 不宜生物生存的结果。

四、海陆分布情况

寒武纪各期的海陆分布情况变化不大, 现总述如下:

(一) 江南岛

位于钱塘海湾西侧, 分布在江西景德镇至安徽屯溪一带。该地区出露元古代地层, 缺失寒武系。在开化县坑坞, 荷塘组有一层粉砂泥岩, 成分以长石石英为主, 厚约200m。另外在开化底本荷塘组的岩石中也见有粉砂状的长石。反映分布在浙皖边界的荷塘组具有陆地边缘相特征, 因而推测江南岛在寒武纪期间露出水面, 呈NE—SW向延伸倾没于海水之中。浙皖边界地区属江南岛北东侧水下岸坡带, 为时出时没的变迁带, 依据荷塘期, 杨柳岗期, 西阳山期沉积层中陆源物质较丰富的特点, 认为在那些时期江南岛在浙江省边界露出水面的。在大陈岭期和华严寺期沉积层为灰岩或白云岩, 推测这时期江南岛在浙皖边界被海水淹没。另外依据江南岛东缘的临安—安吉条带, 寒武系岩层厚度达1700m, 比其余条带大2—5倍, 因此推测江南岛在寒武纪期间, 在构造作用下, 上升速度比华夏陆大, 所以有丰富的陆源物质供给钱塘海湾。

(二) 华夏陆

位于绍兴—江山以东地区。由于火山岩覆盖没有寒武系资料, 可是依据浙西出露的寒武系特征推测华夏陆在寒武纪期间是存在的。其理由如下:

1. 寒武系厚度自西往东有规律的变薄, 例如本区西缘开化县底本岩层厚1699m, 中部常山县东鲁岩层厚885m, 东侧江山确边岩层厚度为337m。

2. 石煤层之下的硅质岩层, 在浙皖边界附近向东逐渐变薄, 于肖山至常山一带尖灭; 而石煤及碳酸盐岩均超覆在绍兴—江山一带老地层之上, 说明这一带存在海侵超覆。

3. 衢县志棠荷塘组底部有一层长石石英砂岩, 厚12cm, 为华夏陆地边缘相。

华夏陆自福建延伸至浙东地区, 依据西缘诸暨—衢县条带岩层厚度最小的特点, 认为这一带陆源物质补偿不足, 推测华夏陆在浙东地势平缓, 可能属于华夏陆倾没端常被海水淹

没。

(三) 钱塘海湾

海湾东起江山-绍兴一带,西至浙皖边界,南端延伸至江西,北端在安吉北面与扬子海连接。海域呈NE—SW向,东西宽约120km,与基底构造线方向一致,说明其成因与地质构造作用有关。本区海域是扬子海延伸至华夏陆与江南岛之间的海湾,由于海湾切入陆地过长,造成海湾的局部与外海相隔,海水呈滞流或半滞流状态。在寒武纪期间钱塘海湾是持续的缓慢沉降地区,在早寒武世荷塘初期海域范围小,仅在安吉-开化断块沉积了荷塘组第一韵律层,岩石为硅质岩与硅质泥岩,其层位与安徽省皮园村组相当。后来在构造作用下,本区沉降幅度大,海水淹没了浙西地区,即海侵范围扩大至绍兴-江山断裂带附近,沉积了荷塘组第二、三韵律层,因而石煤层和硅质层在浙西广泛分布,石煤层自西向东超覆,在诸暨-衢县一带形成与下伏层西峰寺组白云岩呈假整合接触。依据荷塘组为半局限台地相与半局限台沟相特征,认为早寒武世荷塘期海水深,沉积界面在浪基面之下至氧化还原界面。海湾在大陈岭期,中寒武世杨柳岗期及晚寒武世,沉积层均以泥晶灰岩、泥灰岩为主,灰岩中常有水平藻纹层,底栖三叶虫、腹足类等化石分布,推测沉积界面在平均低潮线上下摆动。依据本区寒武系层序分析,认为自早寒武世大陈岭期海水变浅,直到晚寒武世海湾水的深度都不大,估计<50m,寒武纪期间,在桐庐-建德条带,寒武系层序完整,无缺失现象,为持续的浅海带。安吉-开化条带岩层在各时期陆源碎屑含量都有显著差别,反映该区在构造作用下海陆界线位置有变化,属江南岛东缘的变迁带。诸暨-衢县条带寒武系荷塘组底部岩层缺失,存在海侵侧向超覆,说明诸暨-衢县地区海陆分界线有往返摆动的情况,为华夏陆西缘的变迁带。

五、结语

(一) 寒武系属陆地边缘相区和台地相区,半局限台地相、半局限台沟相与局限台地相。

(二) 寒武纪期间,本区西部,即绍兴-江山以西地段为钱塘海湾,在这带以东地区为华夏陆。钱塘海湾西面为江南岛,分布在安徽省屯溪至江西省景德镇一带。

主要参考文献

- [1] 关士聪等, 1984年, 中国海陆变迁, 海域沉积相与油气, 科学出版社。
- [2] 薛耀松等, 1979年, 地层学杂志, 科学出版社。
- [3] 威尔逊(中译本), 1981, 地质历史中的碳酸盐相, 地质出版社。