

扬子地台寒武纪沉积建造

陈志明

(中国科学院地质研究所)

提要 根据岩类组合特点, 扬子地台寒武纪沉积建造可分出含磷碳酸盐岩亚建造、含磷碎屑岩亚建造、含膏盐碳酸盐岩(或碳酸盐岩)亚建造及含磷硅泥岩亚建造。这些沉积建造在空间上和时间上的展布具有规律性变化。扬子地台寒武系沉积厚度变化较大, 而扬子东区的沉积厚度明显地小于西区且是一个非补偿的继承性拗陷盆地。扬子地台寒武纪不同时期的沉积建造类型和发育程度, 都与地壳活动、古地理、古气候密切相关。

主题词 扬子地台 寒武纪 沉积建造

作者简介 陈志明 男 54岁 副研究员 沉积矿床学

扬子地台是一个较为活动的地台, 既有稳定区的沉积, 又有过渡区的沉积, 横向上呈现出东、西两区不同的沉积建造类型。所有各式各样各具特点的沉积岩层和沉积矿层, 以及它们的自然综合体所构成的沉积体, 都是在基准面不断升降, 沉积物质不怕分异和沉积过程中产生的(叶连俊等, 1983)。

本文的沉积建造以沉积岩岩类组合为划分依据。

一 扬子地台寒武纪沉积建造

扬子地台寒武纪的沉积建造统称碎屑岩—碳酸盐岩建造。其中不同类型的沉积区和同一沉积区的不同发展阶段所形成的岩石共生体, 可分出四个主要的亚建造类型: 含磷碳酸盐岩亚建造、含磷碎屑岩亚建造、含膏盐碳酸盐岩(或碳酸盐岩)亚建造及含磷硅泥岩亚建造。

1. 含磷碳酸盐岩亚建造

是在晚震旦世海域缩小的背景下形成的亚建造, 由白云岩、硅质岩及粘土岩组成, 局限分布于扬子地台西缘, 呈南北向展布。建造的下部为白云岩, 但在滇东和滇东北地区的白云岩夹有硅质岩薄层及条带, 局部地方在其底部夹有紫红色、暗绿色砂页岩, 代表着干旱或半干旱气候的产物。建造的中部为磷块岩层, 主要由粒屑磷块岩、泥晶磷块岩和条带状磷块岩组成; 在成磷盆地以外的地区大都相变为白云岩。建造的上部为白云岩, 但在东川—德泽、雷波—马边拗陷盆地中则沉积了以灰岩、瘤状灰岩为主的岩类组合。建造的厚度一般为100—260m。根据建造内发育的原生沉积构造特征, 为一套潮坪的岩类组合。沉积体的几何形态为席状和透镜状。

2. 含磷碎屑岩亚建造

是在海侵背景下形成的亚建造, 分布极为广泛。从古陆边缘到盆地中心为粗碎屑岩—细碎屑岩—硅泥岩组合横向规律的变化。在靠近古陆的汉源、甘洛一带, 是一套成分成熟度低的长石砂岩、粉砂岩和磷块岩组合, 是造陆运动的产物, 沉积体形态为楔状、透镜状, 厚度

达 292m。

滇东地区 建造的下部由黑色炭质页岩、粉砂岩、砂岩、砂质页岩及透镜状、结核状磷块岩组成；上部由中粒砂岩和页岩组成。其中发育有丘状层理、槽模、沟模等沉积构造，说明筇竹寺组晚期曾发生过风暴沉积。砂岩的结构、成分成熟度中等，沉积体的形态席状、透镜状。

川黔鄂地区 建造的下部由黑色炭质页岩、黑色页岩、粉砂质页岩、炭泥质硅岩及透镜状、结核状磷块岩组成；建造的上部岩石的粒度明显变粗，由具韵律层理的砂页岩互层过渡为粉砂岩、细砂岩。砂岩的结构、成分成熟度高，沉积体形态为席状、透镜状。建造的厚度达 980m。海平面由上升向下降方面演变。

浙西地区 主要由黑色炭质页岩、硅质页岩和硅质岩组成。在常山、江山、诸暨等地，底部含黑色层状磷块岩及绿色含磷页岩、结核状磷块岩，厚几十厘米，最厚亦不过 1—2m；磷矿层之上为镍钼富集层和石煤层。沉积体的形态为透镜状。建造的厚度变化较大，从 30—300m。

3. 含膏盐碳酸盐岩（或碳酸盐岩）亚建造

扬子地台广泛分布碳酸盐岩亚建造，且延续的时间长，从早寒武世晚期到晚寒武世漫长的地史中都发育这种建造类型。由于所处的构造背景、古地理环境的不同，反映其岩类组合的变化。

川、滇、黔、鄂地区 主要由白云质灰岩、白云岩和灰岩组成。在靠近“康滇古陆”的川西南、滇东北地区，在碳酸盐岩亚建造中还发育一套紫红色砂岩和石膏等岩类组合。在贵州清虚洞组、石冷水组的碳酸岩中多处见有石膏层。建造内发育泥裂、波痕、交错层理等沉积构造，化石稀少。是一套受造海运动为主而形成的岩类组合，海平面的变化趋势以下降为主。

湘西凤凰、花垣地处斜坡地带，从早寒武晚期至晚寒武世均沉积一套薄层灰岩、泥质灰岩和条带状灰岩的组合，普遍发育重力流沉积。在凤凰长坪清虚洞组中重力流沉积有三种类型：间歇性远源低密度（云屑）浊流、阵发性碎屑流和重卤水密度流（曾允孚等，1984）。在凤凰阿拉附近的上寒武统车夫组中也发育着类型繁多的再沉积碳酸岩：碳酸盐重力流沉积（包括碎屑流、浊流和颗粒流）、孤立岩块和滑塌堆积（高振中等，1985）。重力流沉积及沉积发育史主要受同生断裂活动程度、台地发育程度和斜坡的变化所控制，它们相互间呈正相关关系（曾允孚等，1984）。

浙西地区由纹层状灰岩、泥质灰岩、白云质灰岩、条带状灰岩及钙质页岩组成。建造的下部为白云质灰岩，个别地区夹有硅质页岩；中部为泥质灰岩、条带状灰岩；上部为泥质灰岩、条带状灰岩、瘤状灰岩和钙质页岩。建造的厚度变化较大，总的变化趋势东薄西厚，从 350—985m。沉积体的形态为席状、透镜状。

4. 含磷硅泥岩亚建造

主要分布于湘中的新化、邵东、双峰、祁东、衡阳、新宁及城步等地，由炭质页岩、泥灰岩、砂岩和硅质岩组成。建造的下部主要由炭质泥岩组成。在桃江、安化、淑浦一带，底部有十至数十米厚的黑色硅质页岩夹薄层硅质岩、石煤层及结核状磷块岩。在双峰、邵东、祁东一带硅质成分显著增加，由硅质岩、硅质页岩与炭质页岩间互产出。

建造的中部由硅质板岩夹薄层泥质灰岩组成。往西到安化、沅陵和怀化一带，钙质成分

显著增加, 出现为数较多的泥灰岩和泥质灰岩。往西南到通道、绥宁、新宁、城步一带则由砂岩、砂质板岩夹灰岩等组成。

建造的上部由泥质板岩、硅质板岩、硅质岩夹泥质灰岩组成。往西北到安北, 沅陵等地相变为泥灰岩、泥质条带灰岩; 往东至双峰、衡阳一带, 泥灰岩、泥质灰岩的数量也显著增加。沉积体的形态以透镜状为主。建造的总厚度变化较大, 邵东壳塘一带厚达 580m, 往东不远至双峰石牛地区猛增到 1243m, 说明区内各地的沉降幅度和沉积速度差异较大。

综上所述, 扬子地台寒武纪沉积建造在空间上和时间上的展布具有规律性变化, 是与地壳活动、构造背景和古地理环境密切相关。扬子西区的西部普遍发育多元结构的建造类型, 往东至遵义、涪潭、江口、沿河和秀山等地只发育二元结构的建造, 缺乏含磷碳酸岩亚建造, 到湘东的永兴、资兴、攸县等地则为复理石建造(图 1)。同一建造类型在不同地区所出现的岩类组合也是有差异, 这是受局部的地质背景所控制的。如扬子东西两区的碳酸岩亚建造的明显差异就是一个例证。西区的碳酸岩亚建造是由成分较纯的灰岩、白云质灰岩、白云岩组成, 局部地区含膏盐层。而东区的碳酸岩亚建造是由成分不纯的泥质灰岩、泥灰岩、条带状灰岩和钙质页岩组成, 泥质含量较高, 缺少白云岩、膏盐沉积。

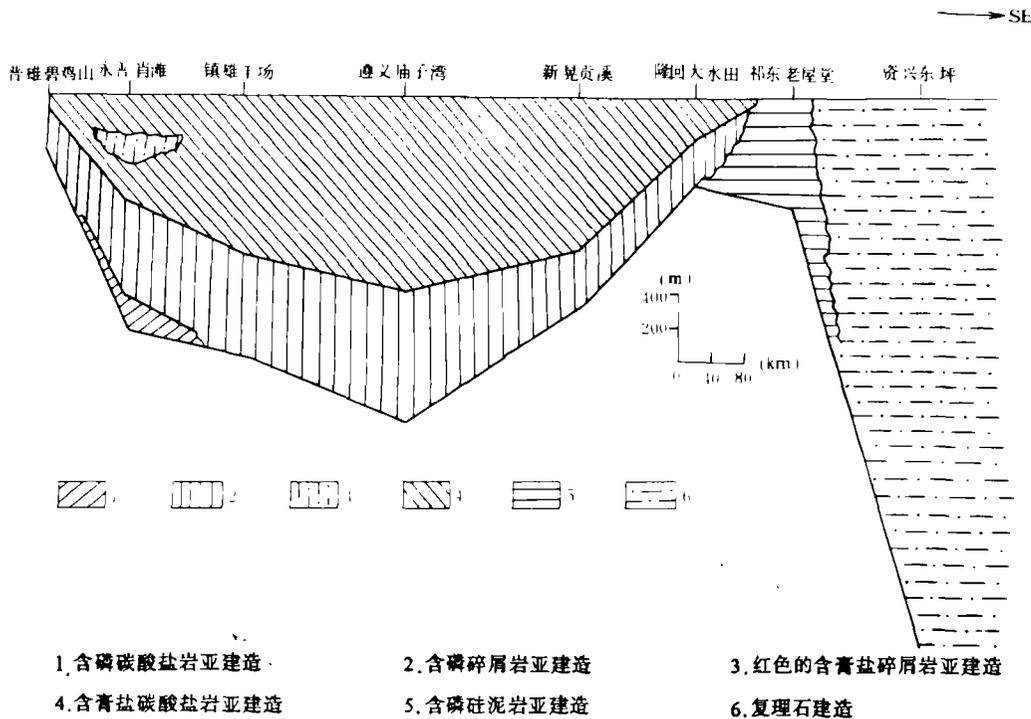


图 1 扬子地台寒武纪沉积建造横向展布略图

Fig. 1 Horizontal distributed map of sedimentary formaion of the Cambrian in the Yangzi Platform

扬子地台寒武纪沉积建造在时间上的演化无遵循同一的规律, 其形式是多种多样的(图 2)。永善、雷波、金阳等地, 早寒武世初期普遍沉积了一套含磷碳酸岩亚建造; 至早寒武世早期海平面上升, 沉积了一套含磷碎屑岩亚建造; 至早寒武世晚期海平面下降, 海水变浅且咸化, 含盐度增高, 沉积了一套含膏盐碳酸岩亚建造; 到中寒武世西王庙期, 沉积了一套独

特的红色含膏盐碎屑岩亚建造，是由于大量的陆源物质带入这些地区，使海水混浊，没有碳酸盐沉积；到中寒武世晚期至晚寒武世，又与附近地区的地质背景相似，沉积了一套白云质灰岩、白云岩亚建造。

湘中地区的沉积建造在时间上的演化另具特色。从早寒武世初期至中寒武世末期，大多沉积了一套以泥质岩为主、并含硅质岩的亚建造；到晚寒武世开始分野，除了邵东的壳塘、祁东的老屋堂等地仍沉积硅泥岩亚建造以外，大部分地区则沉积以泥质灰岩、泥灰岩为主的岩类组合，与湘西、浙西地区趋于相似的沉积背景。

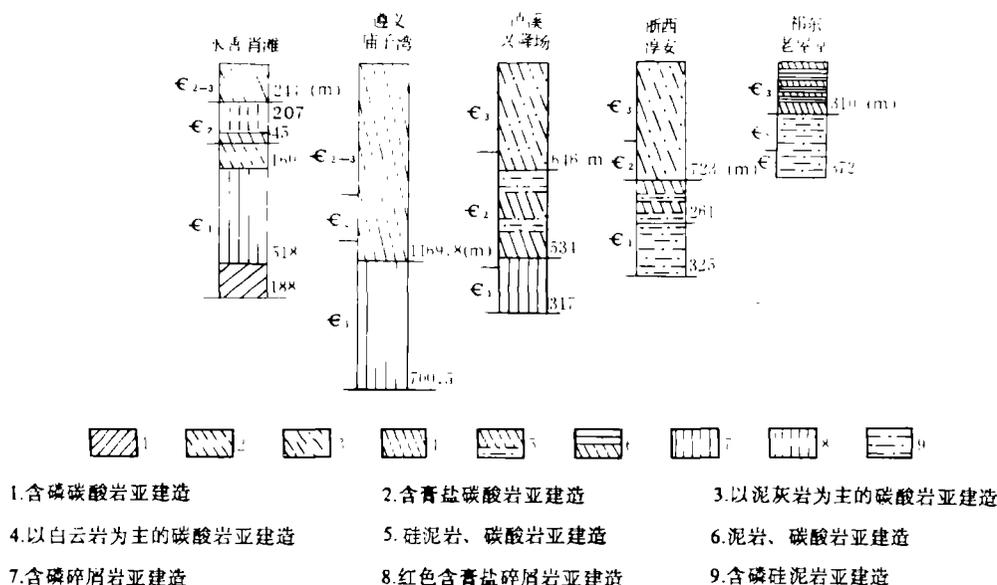


图 2 扬子地台寒武纪沉积建造纵向演变对比图

Fig.2 Correlation of vertical evolution of sedimentary formation of the cambrian in the Yangzi Platform

二 沉积建造与构造的关系

晋宁运动奠定了本区的构造基本格架。扬子地台受周边一系列深大断裂的控制。早震旦世前，由于这些深大断裂的活动，使扬子地台整体上升，从此结束了地槽阶段而转入为地台的发育阶段，而且是一个位于大洋盆地中的台地，其西为青藏海槽、松潘甘孜海槽，其北为秦岭海槽，其东南为华南海槽和其西南为滇西哀牢海槽。扬子地台内的沉积相和建造的发育也明显地受控于南北向和东西向构造。

早寒武世初期，滇东、川西南地区地势较低，首先沉积了一套含磷碳酸岩亚建造，明显地受控于南北向和东西向构造，使这套建造呈南北成带东西成行的趋势。在拗陷盆地内含磷碳酸岩亚建造厚度大，而相对隆起的地区厚度则小，甚至被潮上白云岩所替代。

早寒武世早期，海平面上升，使扬子地台的绝大部分地区都遭受海侵，成为一个西高东低缓坡度的浅海沉积区，沉积了一套含磷碎屑岩亚建造。到早寒武世金顶山末期，在湘黔交界地区，铜仁-花垣-保靖-大庸北东向基底断裂活动，使扬子地台的古地理景观发生重大的

改变。在该断裂的西北侧上升为浅水碳酸盐台地沉积区, 而东南侧下降为坡度较大的以沉积硅泥岩为主的较深水沉积区, 在斜坡地带发育了具有重力流特征的再沉积碳酸岩类组合。

进入中寒武世, 扬子西区地壳上升活动更加频繁, “康滇古陆”不断向东扩大。川北和陕南的米仓山区, 除了中寒武世早期有厚 70—230m 的沉积外, 中寒武世中期至晚寒武世上升为陆并向南延伸与“康滇古陆”北部衔接。“康滇古陆”的东南部, 在中寒武世时, 古陆的范围向东扩大至昆明、华宁、石屏一线以西, 到晚寒武世, 滇东地区 (不包括永善、镇雄等滇东北地区) 几乎全部上升为陆。宣威、东川、水城等地, 在中寒武世时就已上升为陆, 到晚寒武世时, 与富源及牛首山古岛联成一体^①。

中寒武世西王庙期, 在滇东北、川西南等地沉积一套红色含膏盐碎屑岩亚建造, 是与地壳不断上升有关。由于古陆快速隆起, 物理风化作用超过化学风化作用, 剥蚀出的大量陆源物质源源不断地供给离古陆较近的地区, 沉积了厚达 200 余米的含膏盐碎屑岩亚建造。而远离古陆的黔北、黔东、川东南、鄂西等广大地区也因海平面下降, 水体变浅, 蒸发作用增强, 含盐度增高, 沉积了一套含膏盐白云岩亚建造。

扬子地台寒武纪沉积厚度变化较大。总的特点是扬子西区的沉积厚度大, 东区沉积厚度小且是一个欠补偿的拗陷盆地 (表 1)。若单纯地从沉积厚度来分析各地的地壳活动性未必能反映其实际情况, 因为沉积厚度的大小, 往往与沉积物补偿、堆积速度以及沉积物堆积后保存条件等有关。在地质条件相似 (同一个构造单元或古地理单元) 的情况下, 沉积厚度的大小也是能大致地反映其相对的地壳活动性的。

扬子西区总的地质背景是相似的, 但各个时期的沉降幅度、沉积速度有明显的差别, 反映其地壳活动性是不均衡的, 并随时间而变化的。早寒武世初期, 扬子西区的广大地区为浅

表 1 扬子地台寒武纪沉降幅度和沉积速度

Table 1 Settling amplitude and settling velocity of the Cambrian in the Yangzi Platform

	地 区	幅 度 (m)	速 度 (mm/a)
稳 定 区	四川东山范店	685.2	0.008
	四川南江沙滩	1090.1	0.013
	四川秀山溶溪	2679.16	0.032
	云南永善肖滩	1490	0.018
	云南镇雄羊场	1602	0.019
	贵州金沙岩孔	1897.7	0.022
	贵州沿河毛田	1708.9	0.020
	贵州余庆小腮—龙溪	2911.39	0.034
	贵州江口张家坡	2350.7	0.027
	贵州松桃嗅脑	2161	0.054
过 渡 区	湖北省宜昌三峡	1269.7	0.015
	湖南泸溪兴隆场	1496	0.018
	湖南怀化花桥	632.7	0.007
	湖南桃源水井	821.6	0.010
	湖南邵东皂壳塘	569	0.007
	江西武宁大源—王音铺	1441.01	0.017
	湖南安化取琳冲	821.6	0.010
	浙江 淳安	1596.1	0.019
浙江江山、常山	381.6	0.004	

^①李善姬, 1980, 西南地区地层总结, 寒武系。

水、极浅水的碳酸盐台地沉积区，只有个别的地区如禄劝—东川、雷波—永善等拗陷盆地的沉降幅度较大。早寒武世中期—晚期，沉降幅度最大的地方是广元白家沟、碾子坝，其次是镇坪大河。中晚寒武世沉降幅度最大的地方是都匀、三都、余庆和杨家坪等地。将扬子地台各个时期的沉积中心落在一张图上（图3）可以看出，不同地质背景的地区沉积中心迁移规律不同。扬子西区的沉积中心迁移方式呈跳跃式；而东区则不同，两期沉积中心重叠在一起，说明是一种继承性拗陷盆地。

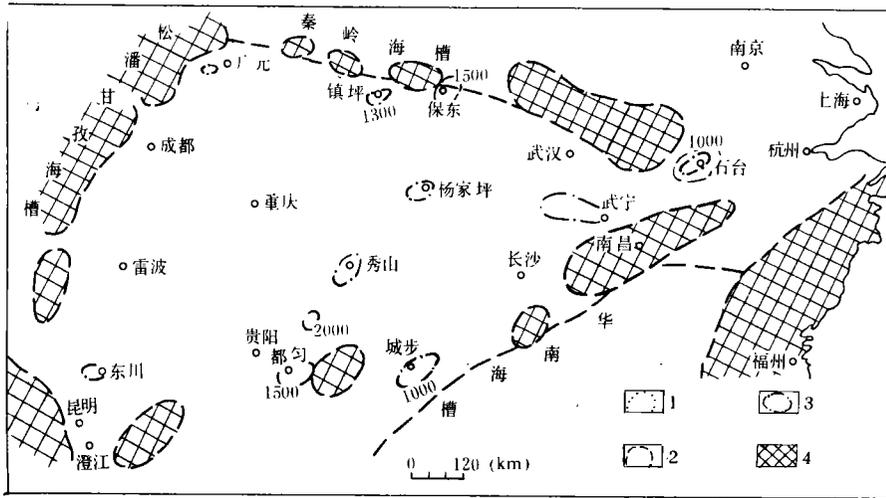


图3 扬子地台寒武纪沉积中心迁移趋势图

Fig.3 Migrated trend of sedimentary centre of the Cambrian in the Yangzi Platform.

三 沉积建造与古气候

扬子西区寒武纪地质历史的进程中，古气候的演变具有周期性，总的特点是炎热干旱（或半干旱）和湿热气候交替出现。其演变规律：干旱（或半干旱）气候—湿热气候—干旱气候。而扬子东区则不同，没有留下受干旱气候影响的迹象。一般认为，形成干旱气候带主要决定于纬度。根据古地磁学及岩相古地理学的研究，在漫长的地质历史时期中，地轴的位置曾不断地变化，干旱气候区（包括半干旱）的位置一般位于南北纬 10—50° 间（王胜龙，1984）。

根据李普等（1982）的资料，云南晋宁地区晚震旦世的古纬度平均为 25° 46'，属于偏低的中纬度。到早寒武世，该区古纬度上升到 42°—44° 左右。最近，刘榕等（1986）（表 2）对该区前寒武系—寒武系界线剖面进行了较系统的取样和古地磁的测定，确认在晚震旦世—早寒武世的渔户村组沉积时期都处在低纬度地带，它们的古纬度均未超过南、北 18° 纬度线，靠近赤道地区。世界各地的古地磁资料表明，从元古代到近代，磷块岩建造主要分布在 0—40 纬度范围内。川滇地区早寒武世初期含磷碳酸岩亚建造中磷块岩与白云岩密切共生，表明它们都是低纬度半干旱气候的产物。

早寒武世早—中期（筲竹寺—沧浪铺期），古气候演变为温暖潮湿，形成了一套以暗色碎屑岩为主的亚建造，含丰富的动物化石和石煤。西安煤田地质研究所（1974）对陕南早古生代石煤的研究中，提出它们是菌、藻类等低等生物在广阔浅海的静水环境下形成的腐泥

煤。近年来, 煤岩学和硫、氧、碳稳定同位素的研究, 进而表明这是一种灰分 0—40%、发热量 4000—6000 大卡/公斤的海相藻煤。只有在温暖潮湿的古气候条件下, 才能有大量的低级藻类繁衍^①。

温暖气候广泛分布时期是与海侵和海洋缺氧事件相应的 (E. R. Force 等, 1983)。海洋学研究发现有全球性的缺氧事件。早寒武世时期, 扬子地区及邻区绵延数千公里的范围内沉积了一套暗色的含磷碎屑岩亚建造, 是很难用简单的还原环境所能解释的了, 很可能是与早寒武世时期全球性的大洋缺氧事件有关。

早寒武世晚期至晚寒武世时期, 以铜仁—保靖—大庸深断裂带以西的地区演变为炎热干旱的气候, 沉积了厚度较大的蒸发岩, 夹有多层的石膏、硬石膏层, 以及含石盐假晶的白云岩和红层等。而东区仍然保持以湿热为主的气候。根据林骥 (1982)^② 对湘西中寒武世碳酸盐岩中 δO^{18} 的古温度计算, 当时的水介质温度为 22—23℃, 属于“泛热带”气候区。

表 2 云南梅树村、王家湾震旦—寒武古纬度

Table 2 Palcolatitude of the Sinian-Cambrian, Meishucun, Wangjiawan, Eastern Yunnan

地 层 系 统				古 纬 度	
				李普等 (1982)	刘榕等 (1987)
寒 武 系	下 统	筇竹寺组	玉案山段	55.7°	60.2° N
			八道湾段	48.7°、74.9°	2.6° N
		渔户村组	大海段	18.2°、57.3°	12.72° N 或 S
			中谊村段	42.2°	10.6° N 2.5° N 或 S
			小歪头山段		17.9° N 或 S
			白岩哨段		13.3° N 13.5° 或 N
震 旦 系	上 统	旧城段	25.8°		
		东龙潭组			
		王家湾组	19.6°		
		南沱组	16.9°		
		澄江组	25.6°		
	下统				

本文是在叶连俊教授指导下撰写的, 他审阅了文稿, 并提出了宝贵的意见, 在此表示感谢。

收稿日期 1987年4月25日

参 考 文 献

- (1) 王胜龙, 1984, 第五届国际磷块岩讨论论文集 (2), 地质出版社, 307—316 页。
- (2) 叶连俊等, 1983, 华北地台沉积建造, 科学出版社。
- ① 叶连俊等, 1983, 中国地台区张裂盆地沉积。
- ② 林骥, 1982, 中国地质学会成立六十周年学术报告会论文摘要汇编。

- (3) 李普、梁其中, 1982, 云南东部震旦系—寒武系界线, 云南人民出版社。
- (4) 高振中、段太忠, 1985, 沉积学报, 第3卷, 第3期, 7—22页。
- (5) 曾允孚等, 1984, 成都地质学院院报, 第4期, 13—21页。
- (6) Force, E. R., *et al*, 1983, Influences of ocean anoxic events on manganese deposition and ophiolite-hosted sulfide preservation. In: *Paleoclimate and Mineral Deposits*, Geol. Surv. Cir. 822, p.26—29.

CAMBRIAN SEDIMENTARY FORMATION OF THE YANGZI PLATFORM

Chen Zhiming

(Institute of Geology, Academia Sinica, Beijing)

Abstract

Yangzi Platform was a relatively active platform. It includes deposits of both the stable areas and the transition areas. Laterally, there are two different sedimentary formation areas in eastern and the western parts.

The paragenetic bodies of rocks, which were formed in different type of sedimentary areas of in different stages of same area, can be divided into four major sub-formation; phosphorite-bearing carbonate, phosphorite-bearing clastic rock, salt-gypsum-bearing carbonate (or carbonate) and phosphorite-bearing silica-mudstone sub-formation.

The distribution of Cambrian sedimentary formation in Yangzi Platform was closely related to crust movement, tectonic settings and paleogeography. Sedimentary formation consisted of more than two types of rocks has occurred in western part of West Yangzi Platform; sedimentary formation consisted of only two types of rocks has been found in Zunyi, Meitan, Jiangkou and Xiushan, without phosphorite-bearing carbonate sub-formation; flysh formation has occurred in Zhixing and Youxian. Different petrological formation may be found in a same formation but varied areas. Carbonate sub-formation in East Yangzi Platform, e.g., is apparently different from the west platform. This was controlled by local geological settings.

There is no evident regularity for the evolution of sedimentary formation. On the contrary, it was varied from time to time.

The thickness of Cambrian sediments in Yangzi platform varies in different places. It is thicker in the west platform than in the east which is an uncompensate basin. Lapping sedimentary centres of different stages of the platform together, we can see that they migrated in different ways according to different areas. Sedimentary centre in the West Yangzi Platform jumped from one place to another through time. While the centre in the east plat-

form lapped together during two sedimentary stages, showing that it is an inherent depressing basin.

In brief, the sedimentary formation types and the different development stage were associated with crustal activity of the Cambrian in the Yangzi Platform. The formation and development of the sedimentary formation were influenced by paleoclimate, as well. The phosphorite-bearing carbonate sub-formation with higher economic value are always located at the eastern and the western coast of paleocontinents, around ancient island and offshore rias with low paleolatitudes $3^{\circ} - 42^{\circ}$. As the ocean current carried the phosphorus-rich cold water to rise from depth, the warm and hot climate was favorable to the separation and concentration of phosphatic materials. Large phosphorite deposits at home and abroad are mostly associated with very thick dolomite. Thus far, it may be concluded that phosphorite-bearing carbonate sub-formation were mostly formed under the paleoclimate condition of the transition period from cold to hot and from moist to dry, at low latitude (paleolatitude or modern latitude).