

上扬子台地 晚二叠世生物礁相地质

朱同兴 黄志英 惠 兰 著

地质出版社

五、动物与植物

第二章 生物圈与地理环境



1954.12.12

上扬子台地晚二叠世 生物礁相地质

朱同兴 黄志英 惠 兰 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

中国西南地区晚古生代碳酸盐岩分布广泛,沉积相类型发育齐全,尤其以晚二叠世生物礁体发育最为典型。生物礁体,尤其是大规模的堤礁和台地边缘礁,可作为良好的油气储集层。据统计,世界上约有20%的大型油气田与礁型油气藏有关。本书以造礁生物的生态学和沉积岩石学研究为基础,全面系统地讨论了晚二叠世海绵礁组合的演化机理、成岩作用、成礁背景和礁控构造等因素,为我国西南地区礁型油气勘探与评价提供了可靠的科学依据。

本书是上扬子台地晚二叠世生物礁相地质与储层地质方面的专著,可供地层、古生物、沉积和石油地质等专业从事教学、科研和生产的技术人员参考,也可作为有关专业的本科生、研究生的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

上扬子台地晚二叠世生物礁相地质/朱同兴、黄志英等著. -北京:地质出版社,1999.1

ISBN 7-116-02622-3

I. 上… II. 朱… III. 晚二叠世生物-礁相-研究-长江流域 IV.P. 534.46

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第02465号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路29号)

责任编辑:渠洁瑜 白 铁 江晓庆

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:7.375 铜版图:11页 字数:200000

1999年1月北京第一版·1999年1月北京第一次印刷

印数:1—600册 定价:20.00元

ISBN 7-116-02622-3

P·1914

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

序

在我国国民经济建设中,能源与矿产一直处于极其重要的地位。地质科学家们普遍认为,中国有着丰富的矿产资源和能源潜力。自本世纪 70 年代以来,人们发现许多生物礁都与油气能源和多金属矿产的聚集在空间上有着密切的关系。因此,生物礁的研究正日益受到大多数沉积地质学家们和石油地质学家们的广泛重视和关注。

礁相地质在碳酸盐岩沉积作用研究中有着极其重要的意义。

在地质历史时期中,全球范围内的大规模造礁高峰期主要有三次:中泥盆世、晚二叠世和晚侏罗世。其中,中泥盆世和晚二叠世礁体,在我国南方,尤其是西南扬子碳酸盐岩台地中较为发育;而晚侏罗世礁体则主要分布在狭义的特提斯构造域,在我国仅发育在藏北羌塘盆地。

近年来,地质矿产部成都地质矿产研究所对我国西南地区的二叠纪生物礁进行了有益的工作,并取得了重大进展。他们编辑出版的《上扬子台地晚二叠世生物礁相地质》和《四川盆地及邻区生物礁》,不仅从一个侧面反映了他们的研究成果,而且对推动我国礁相地质学和碳酸盐岩沉积学的研究将起到重要的促进作用。

本书对我国西南地区上扬子台地晚二叠世海绵礁体的阐述,条理清晰,论据充分,资料丰富,尤其是在礁组合的演化机理、成岩作用、成礁古地理背景和礁控构造等方面都有新的创见,具有重要的科学意义。不足之处主要有:①对二叠纪成礁前的古构造分析不够;②对某些资料的解释还有待于进一步深化。在该书出版之际,谨祝他们在中国生物礁相地质研究中取得更大的成绩,并希望此研究成果能尽快应用到我国碳酸盐岩地区寻找礁型油气藏的研究工作中,以尽早起到指导作用。

刘宝珺

1998 年 4 月

前 言

随着石油天然气勘探与开发的新理论和新方法的不断提出和应用,以及碳酸盐岩沉积学研究领域的日趋完善,一个具有极大工业潜力和经济潜能的油气藏类型——礁型油气藏也逐渐被人们所认识。自本世纪 60 年代以来,在礁型油气藏中所发现的石油天然气增长较快。据统计,目前世界上约有 20% 左右的大型油气田与礁型油气藏有关。因此,礁型油气藏所潜在的经济效益也愈来愈受到沉积地质学家和石油地质学家们的普遍重视和关注。

礁相地质在碳酸盐岩沉积作用研究中有着极其重要的意义。在地质历史时期中,全球范围内的大规模造礁高峰期主要有三次:中泥盆世、晚二叠世和晚侏罗世。其中,中泥盆世和晚二叠世生物礁体在我国西南上扬子台地中较为发育,而晚侏罗世牛津期生物礁体在我国仅分布在藏北羌塘盆地。

本书着重介绍我国西南地区广泛发育的三大成礁期之一的晚二叠世海绵礁体沉积成岩演化特征及其控制因素。

我国西南地区,在晚二叠世海绵礁体胶结物和裂缝中普遍发育有黑色沥青,说明这些生物礁体在地史时期曾经储存过石油,曾经形成过礁型古油藏,但由于后期的构造或热演化破坏了原先形成的古油藏。迄今为止,已在本区打出了数口生物礁型气井(如建 16 井、石 1 井、双 15 井和板 4 井等),充分说明我国西南地区礁型油气前景乐观。这对于在西南地区进一步寻找新的有利的石油天然气富集场所,扩大油气勘探领域,无疑具有重要的理论价值,同时也具有实际的经济意义。

自本世纪 70 年代晚期以来,先后有许多单位和个人对中国西南地区的晚二叠世生物礁体作了不同程度的研究,测制了大量的礁相地层剖面,编写了一些研究报告,并出版了一些学术论文。如滇黔桂石油地质科学研究所、西南石油学院、成都地质矿产研究所以及刘炳温、曾鼎乾、何邦俊、朱同兴、赵泽恒、黄继祥、范嘉松等对滇黔桂地区晚二叠世生物礁的研究;四川石油管理局勘探与开发研究院、江汉石油学院、中国科学院地质研究所、成都地质矿产研究所以及曾学思、陈季高、强子同、刘怀波、张继庆、朱同兴、惠兰等对川东鄂西地区晚二叠世生物礁的研究。这些都不同程度地涉及到了生物礁的生态组合、沉积特征及其沉积、成岩演化机理。所有上述研究成果均为本次的研究工作奠定了坚实的基础。

纵观前人的研究成果,可以清楚地看到,有关生物礁的某些重要问题尚未取得一致性认识或研究程度尚待提高。例如:①在生物礁类型划分方面,北碚老龙洞礁是点礁还是台地边缘礁,隆林祥播礁体和邱北温浏礁体是台地边缘礁还是孤立台地边缘礁等;②在成礁古地理背景方面,是海平面相对上升的成礁背景,还是海平面相对下降的成礁背景;③在构造控制礁体发育方面,不曾有较为全面系统的阐述。

针对上述存在的问题,笔者选择了西南地区晚二叠世长兴期生物礁体作为主要研究对象,重点解剖了川东、鄂西地区的重庆北碚老龙洞、利川见天坝、开县红花等礁体和滇黔桂地区的邱北温浏、紫云石头寨、望谟平绕和岷赖、隆林常么等礁体;以野外实测剖面资料和室内

测试分析数据为依据,系统地分析了我国西南地区晚二叠世长兴期海绵礁的礁相组合特征、成礁序列、成礁时的古地理控制因素、礁组合的成岩作用以及礁控构造等,尤其是在生物礁的时空展布、礁体类型以及成礁条件等方面都取得了明显的进展,提出了一些新的认识。

所取得的新进展和新认识主要包括以下几个方面。

1. 从海绵礁体发育的数量及规模来看,不仅说明晚二叠世是中国范围内的一次造礁高峰期,而且也证实了世界范围内的第二次造礁高峰期确实存在。

2. 从研究晚二叠世礁体的古沉积环境出发,将我国西南地区晚二叠世海绵礁体的类型划分为五种:台内点礁型、堤礁型、台地边缘礁型、台地前缘斜坡圆丘礁型及孤立台地边缘礁型。

3. 详细研究了五种类型海绵礁体的岩石学特征、生物组合特征以及沉积相、沉积微相特征,重点探讨了不同类型礁体组合的沉积旋回及其演化机理,并提出了可能的成礁模式。

4. 通过对成礁条件的研究认为,稳定而成熟的台地边缘地区是晚二叠世海绵礁体生长和发育的最有利相带。

5. 通过对不同类型礁体组合的生长序列研究,提出我国西南地区上扬子台地晚二叠世生物礁具有海平面相对上升的成礁背景。晚二叠世海平面的变化过程,从早到晚可分为四个阶段:早期为海平面相对稳定时期,形成礁基相;中期为海平面持续上升,且上升速度与礁体生长速度相平衡时期,形成礁核相;晚期为海平面保持相对稳定和脉动性上升相交替时期,主要形成礁滩相或礁坪相;末期为海平面快速上升时期,形成淹没台地相,致使礁体死亡。造成我国西南地区晚二叠世海平面相对上升的主要原因是区域性同沉积断陷作用。

6. 对礁体成岩作用的研究表明,其储层性质较好。各种对油气储集有利的建设性成岩作用较为发育;尤其是在礁体顶部普遍发育的白云岩层,其孔、渗性较高,孔隙结构较好。成岩中晚期形成的裂缝及压溶缝合线对连通次生孔隙和保证油气的运移和聚集都起到了重要的促进作用。

7. 本书最后建议深入地研究礁型油气藏的形成条件及主要控制因素,以确定礁型油气藏的勘探方向,并建议加强鄂西利川见天坝堤礁组合以北地区以及开阔台地相带内隐伏型礁型油气藏的勘探与研究。

本书为集体劳动成果。前言、第一章、第二章、第六至八章以及主要结论、问题与建议由朱同兴执笔,第三、四章由惠兰执笔,第五章由黄志英、朱同兴执笔;所有插图由黄志英绘制;所附图版由惠兰整理;最后的统筹和定稿工作由朱同兴负责完成。

本项研究工作自始至终得到了地质矿产部成都地质矿产研究所刘宝珺院士、许效松、罗建宁和张继庆等研究员的热情关心和指导;贵州省地质矿产局一〇八地质队王立亭、宜昌地质矿产研究所陈家怀和安徽省地质科学研究所陆彦邦等高级工程师也给予了很大的支持和帮助。在此,谨向上述单位和个人表示衷心的感谢。

目 录

前 言

第一章 成礁地质背景	(1)
第一节 地层分区及其主要特征.....	(4)
第二节 地层划分与对比.....	(6)
第三节 成礁古大地构造背景	(10)
第二章 生物礁的概念与分类	(14)
第一节 生物礁概念的发展与分化	(14)
第二节 生物礁的分类与趋势	(15)
第三章 礁体的基本特征	(17)
第一节 时空分布	(17)
第二节 区域沉积相特征	(17)
第三节 礁组合的微相特征	(20)
第四节 礁体的生物组合特征	(25)
第五节 生物礁的岩石学特征	(26)
第六节 礁岩的沉积地球化学特征	(29)
第四章 礁组合的沉积旋回及其演化规律	(32)
第一节 台地边缘礁组合	(32)
第二节 台地前缘斜坡圆丘礁组合	(37)
第三节 孤立台地边缘礁组合	(39)
第四节 堤礁组合	(41)
第五节 点礁组合	(45)
第六节 沉积成礁模式	(48)
第五章 礁体成岩作用与孔隙演化	(51)
第一节 成岩作用的研究方法	(51)
第二节 成岩阶段与成岩环境	(51)
第三节 不同成岩环境下成岩作用的类型及特征	(54)
第四节 成岩序列	(62)
第五节 礁岩中不同组分的碳氧同位素组成	(64)
第六节 微量元素在礁组合成岩过程中的指示意义	(66)
第七节 成岩作用与油气关系	(69)
第六章 成礁条件	(71)
第一节 造礁生物的性质	(71)
第二节 成礁时的古地理背景	(72)
第三节 水动力因素	(76)

第四节 早期海底胶结作用与硬底构造 (78)

第七章 构造控礁机理探讨 (82)

 第一节 海平面相对上升的成礁背景 (82)

 第二节 基底沉降与生物礁发育 (89)

 第三节 古构造隆起与生物礁发育 (92)

 第四节 同沉积断裂活动与海绵生物礁相沉积 (92)

第八章 礁型油气藏的主要控制因素及勘探前景 (98)

 第一节 寻找隐伏型生物礁体 (98)

 第二节 礁型油气藏的主要控制因素和勘探前景 (98)

主要结论、问题与建议 (102)

主要参考文献..... (104)

图版说明及图版..... (106)

第一章 成礁地质背景

中国西南地区上扬子台地碳酸盐岩分布广泛,沉积相类型发育齐全。区内自震旦系至三叠系均有生物礁产出,造礁生物多种多样。范嘉松等(1985)系统总结了各地质时代造礁生物的种类(表 1-1)。从震旦纪至三叠纪,主要造礁生物包括藻类、苔藓虫、层孔虫、珊瑚、钙质海绵和水螅类等。迄今为止,研究区内所发现的生物礁,其产出的地质时代、主要造礁生物、礁体类型以及产地等资料列于表 1-2。由该表可见,研究区内的生物礁集中分布于晚震旦世灯影期、早寒武世、晚奥陶世、中泥盆世、早二叠世、晚二叠世和中三叠世等地质时代。其中,中泥盆世和晚二叠世为全球地史时期的二次造礁高峰期,主要的造礁生物有藻类、层孔虫、珊瑚、钙质海绵和水螅类等。礁体类型包括点礁、堤礁、台地边缘礁、台地前缘斜坡圆丘礁和孤立台地边缘礁等五种类型。总之,研究区内生物礁类型众多,分布较广,造礁生物种类齐全,时代延续较长。

表 1-1 前寒武纪和古生代造礁生物一览表

地质时代		造 礁 生 物
古 生 代	二 叠 纪	海绵、水螅、苔藓虫、藻类
	石 炭 纪	叶状藻、苔藓虫、棘皮类
	泥 盆 纪	层孔虫和珊瑚占优势
	志 留 纪	蓝绿藻、红藻
	奥 陶 纪	藻类、苔藓虫、海绵、珊瑚
	寒 武 纪	古杯类、藻类
前 寒 武 纪		蓝绿藻、肾形藻

据范嘉松 1985 年资料。

表 1-2 我国西南地区生物礁分布一览表

地质时代	主要造礁生物	礁体类型	产 地
中一晚侏罗世	海绵、珊瑚	点 礁	藏北羌塘地区
中三叠世	海绵、珊瑚	点 礁	四川旺苍
晚二叠世	海绵、水螅	点 礁	川东、湘西、陕南等地区
	海绵、水螅	堤 礁	川东、鄂西地区
	海绵、水螅(珊瑚)	台地边缘礁	黔西南、滇东南
	海绵、水螅	孤立台地边缘礁	桂西北地区
	海绵、水螅	圆丘礁	鄂西、黔西南地区
早二叠世	珊瑚、苔藓虫	点 礁	藏北依布茶卡
	海 绵	(孤立)台地边缘礁	滇黔桂地区
中泥盆世	层孔虫、珊瑚	点 礁	藏北查桑
	层孔虫、珊瑚		桂北地区
	层孔虫、珊瑚	点 礁	湘中、湘南地区
晚震旦世	藻类、肾形藻	点 礁	滇东北永善金沙
	叠层石	点 礁	滇东北地区

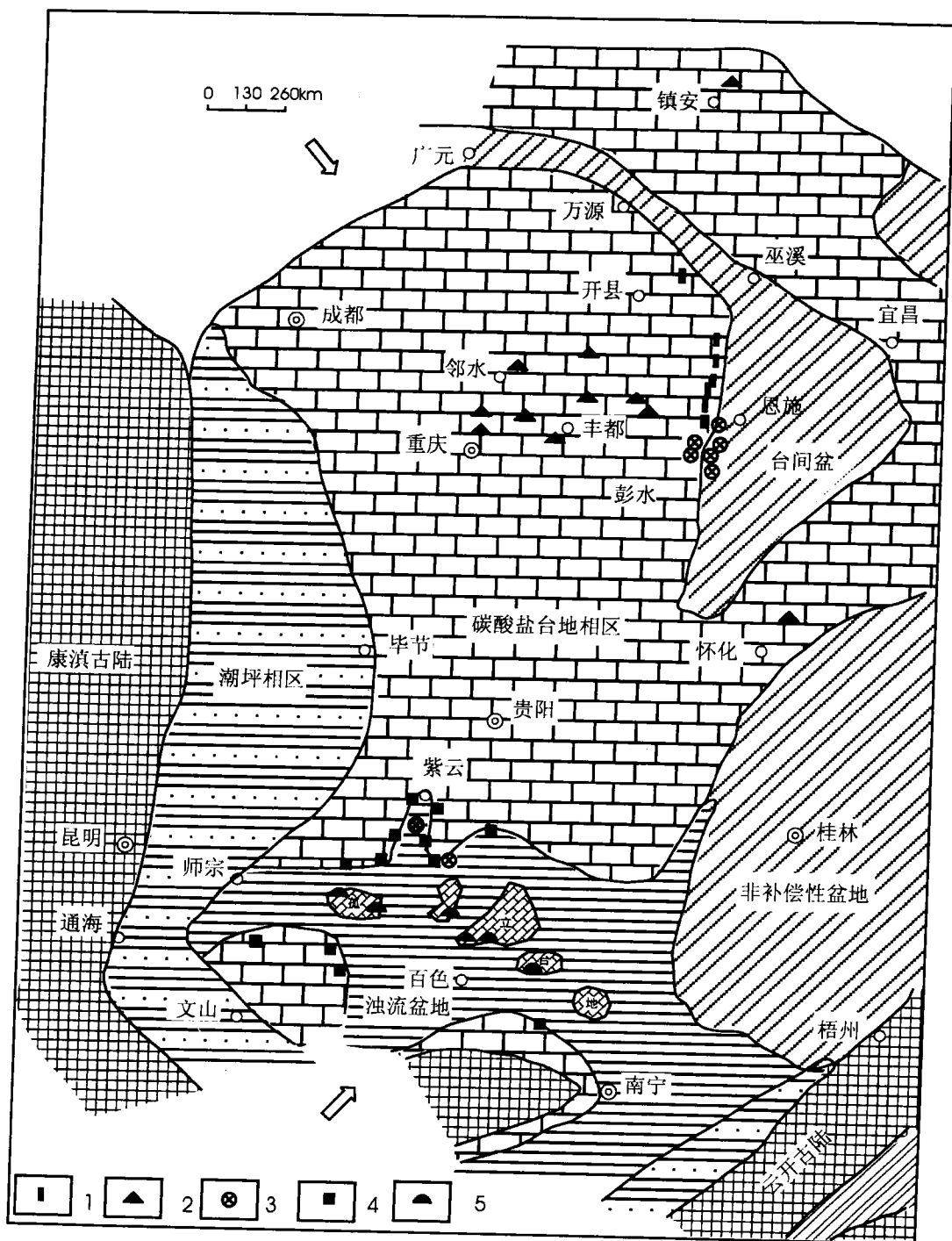


图 1-1 上扬子台地晚二叠世岩相古地理及生物礁类型、分布位置图
 1—堤礁；2—点礁；3—台盆边缘或台地前缘圆丘礁；4—台地边缘礁；5—孤立碳酸盐台地边缘礁

西南地区上扬子地台晚二叠世生物礁体集中分布于滇黔桂地区(或称滇黔桂礁群)和川东鄂西地区(或称川东鄂西礁群),在其他地区仅零星发育(图 1-1、1-2)。

第一节 地层分区及其主要特征

上扬子台地晚二叠世地层,自下而上可划分为吴家坪组和长兴组。从西往东、从北往南,可分为三大沉积区:陆相沉积区,海陆交互相潮坪沉积区,海相沉积区。康滇古陆东侧为峨眉山玄武岩分布区;川西南—湘西—滇东属海陆交互相潮坪沉积区,为一套含煤碎屑岩系沉积,含可采煤层;广大的川东鄂西地区和滇黔桂地区则为海相沉积区,其中亚区类型丰富,包括碳酸盐台地(含生物礁灰岩)、非补偿性硅质盆地和超补偿性火山浊积盆地,以及分布于火山浊积盆地中的形状、大小不一的孤立碳酸盐岩台地等。

一、陆相沉积区

陆相沉积区主要分布于康滇古陆、大新古陆和云开古陆及其周缘地区,以河流沉积和洪积平原沉积为主,岩性和厚度变化较大。在康滇古陆一带还发育大量的陆相火山岩——峨眉山玄武岩。该套陆相喷发的玄武岩一般厚数十米至数百米,岩性为黑灰、深灰绿色的厚层块状、气孔状、杏仁状玄武岩,具明显的柱状节理。通常在该套玄武岩的底部有厚度为 1~4 m 的含煤砂泥岩存在。

二、海陆交互相沉积区

海陆交互相沉积区主要分布于康滇古陆以东,毕节—师宗—文山一线以西的南北向区域,以及云开古陆西侧等地区。

海陆交互相沉积区,按其岩性、岩相、含煤性及古生物组合的不同,又可分为两个亚区:以宣威组分布为特征的宣威组亚区和以龙潭组加长兴组分布为特征的龙潭组亚区。

1. 宣威组亚区 该亚区以滇东宣威和黔西六盘水等地区的宣威组为沉积代表。宣威组为一套海陆交互相含煤碎屑岩,夹赤铁矿结核和铝土矿条带,上部夹薄层灰岩条带,厚度一般为 60~150 m。根据煤层及其他岩性标志层对比,宣威组自下而上可划分为下亚组和上亚组两个亚组级岩石地层单元,分别相当于龙潭组和长兴组。宣威组产丰富的植物化石和少量的不完整腕足类、双壳类和腹足类。植物化石组合以 *Gigantopteris-Gigantonoclea* 组合为主。

2. 龙潭组亚区 该亚区主要分布于宣威组亚区的东侧。上二叠统自下而上分为龙潭组和长兴组。

(1) 龙潭组:为一套含煤砂、泥岩夹海相泥灰岩、灰岩建造,厚度一般为 100 m 左右。生物组合不但含植物类化石,如 *Gigantopteris*, *Gigantonoclea*, *Ullmannia* 等,而且还富含腕足类化石,下部产 *Edriosteges poyangensis-Transennatia graciosus* 组合,上部产 *Squamularia grandis-Tyloplecyangtzeensis* 组合。此外,龙潭组还产有孔虫、双壳类、腹足类等生物化石。

(2) 长兴组:为一套海相碳酸盐岩夹泥岩建造,岩性单一,厚度较稳定,一般厚 50~150 m。生物化石以海相生物占绝对优势,下部产腕足类 *Spinomarginifera chengyaoyenensis-Araxathyris araxensis* 组合,并含 *Permocalculus sinicus* 藻层及 *Sphaerulina-Nankinella* 筳类富集层;上部富含 *Palaeofusulina sinensis* 筳带和 *Colaniella* 有孔虫以及少量的牙形刺等。

三、海相沉积区

海相沉积区广泛地分布于上扬子台地,包括川东鄂西地区、湘西地区、滇东南地区和贵

州、广西大部分地区。上二叠统为一套岩性单一、厚度较稳定的碳酸盐岩沉积建造。根据岩性、岩相及生物组合等特征,上二叠统自下而上可划分为吴家坪组和长兴组/大隆组。

1. 吴家坪组 厚度一般为 100~200 m,为粒泥灰岩、泥晶灰岩夹泥质灰岩和含燧石结核、条带灰岩,有时夹薄层状硅质岩。底部通常发育 3~15 m 厚的黄灰、灰绿色钙质粉砂质泥岩、泥页岩夹煤线,含大羽羊齿植物碎片。在滇东南、桂西北和黔西南等地的吴家坪组中,还继承性地发育了海绵礁灰岩,如邱北温浏、广南董那孟、隆林常么、乐业甘田和望谟平绕、册亨石头寨等海绵礁体。吴家坪组产丰富的海相生物化石,如双壳类、腕足类、腹足类、有孔虫、牙形刺、藻类、介形虫以及筳科化石、放射虫、钙质海绵、菊石等十余个门类生物化石。根据对吴家坪组生物地层的研究,在下部发育腕足生物 *Edriosteges poyangensis*-*Transennatia gratusus* 组合;中上部发育腕足生物 *Squamularia grandis*-*Tyloplecta yangtzensis* 组合及牙形刺 *Neogondolella leveni*-*N. liangshanensis* 组合带,上部有时富含筳科 *Codonofusiella* 化石,有时在所夹薄层硅质岩中还产少量的菊石类 *Huananoceras*, *Pseudogastrioceras*, *Konglingites* 和放射虫等。在桂西北一带,吴家坪组表现为一套火山凝灰质泥岩沉积,产菊石 *Andersonoceras*。

2. 长兴组 厚度 100~350 m 不等,为一套较纯的碳酸盐岩建造。岩石类型包括泥晶灰岩、含燧石结核灰岩、生物屑粒泥灰岩、泥粒灰岩和海绵礁灰岩、白云化灰岩、灰质白云岩等。按其岩性、沉积旋回及生物组合等特征可分为三个自然岩性段。在上扬子台地内部非礁相剖面中,主要以泥岩或泥页岩作为长兴组三个自然岩性段的底界面,这种泥岩或泥页岩层不仅厚度较小(一般仅数米),而且区域分布较为稳定,因此,它可以作为台地内区域性对比标志层。然而,在上扬子台地内部礁相剖面中,生物礁体多表现为连续性向上生长,因此,在长兴组各岩性段的底部往往缺乏泥页岩标志层沉积,从而给长兴组岩性段的划分与对比造成了困难。通过研究,可以认为,在同一个小范围区域内,生物礁的生长具有相对的等时性。为了便于生物礁的对比和研究,可根据岩性的划分原则和生物礁层序的大套岩性特征,将产礁的长兴组自下而上划分为以下三段。①长兴组第一段(早期)。在川东鄂西地区表现为碳酸盐台地相(川东地区)和台盆边缘斜坡碎屑流沉积(鄂西地区);在滇黔桂地区则表现为继承性地发育了海绵礁灰岩相;在长兴组第一段台地相灰岩中产筳 *Sphaerulina*-*Nankinella* 组合、筳 *Gallowaiinella multienensis* 带、牙形刺 *Neogondolella subcarinata*-*N. changxingensis* 组合以及腕足类、双壳类、介形虫和有孔虫等。②长兴组第二段(中期):无论是在川东鄂西地区还是滇黔桂地区,都是生物礁生长和发育的极盛层位,生物礁体规模大,连续生长性强;礁体岩石类型包括障积岩、粘结岩和粘结-骨架岩及其过渡类型;在非礁相剖面的台地相灰岩中,长兴组第二段主要产有孔虫 *Glomospira*、筳 *Palaeofusulina sinensis* 带以及腕足类、介形虫、双壳类、牙形刺等。③长兴组第三段(晚期):在川东鄂西地区表现为淹没台地相灰岩沉积,而在滇黔桂地区则主要表现为台地浅滩与礁灰岩互层叠置关系的礁滩相沉积,产少量的有孔虫、筳科以及腕足类、牙形刺等化石。总之,长兴组三个自然岩性段产状清楚,岩性特征和生物组合差异明显,野外易于识别。

3. 大隆组 厚度不大,仅 20~45 m,为一套硅-灰-泥质建造。岩石主要包括黑色薄层—极薄层硅质泥岩、硅质灰岩、硅质页岩和泥质硅质岩及其过渡型岩石。根据生物地层研究资料,在大隆组硅-灰-泥质建造沉积中产有较为丰富的菊石类、牙形刺化石以及少量的有孔虫、放射虫等生物化石,并建立了一个菊石带:*Pseudotirolites*-*Pleuronodoceras* 带以及一个牙

形刺组合带;*Neogondolella subcarinata*-*N. changxingensis* 组合带。

根据研究,上述的吴家坪组与龙潭组、长兴组与大隆组均为同期异相沉积。上述各地区地层的对比见表 1-3。

表 1-3 上扬子台地上二叠统划分与对比

年代地层 单位	滇东黔西地区 (姚兆奇等,1980)			川东及邻区 (张继庆等,1990)			上扬子台地 (本文,1998)				
	陆相	海陆交互相		陆相	海陆交互相		海相	陆相	海陆交互相	海相	
印度阶	飞仙关组			飞仙关组			大冶组	飞仙关组			逻辑组 大冶组
长兴阶	宣威组	上 段	长兴组	宣威组	上亚组	长兴组	大隆组 长兴组	宣威组	上亚组	长兴组	大隆组 长兴组
吴家坪阶		下段	龙潭组		下亚组	龙潭组			吴家坪组	下亚组	
	峨眉山玄武岩组			峨眉山玄武岩组				峨眉山玄武岩组			
茅口阶	茅口组			茅口组			孤峰组	茅口组			孤峰组

第二节 地层划分与对比

一、上二叠统下界与上界

1. 上二叠统下界

上扬子台地上二叠统与下伏下二叠统之间的接触关系主要有两种类型:假整合型和整合型。

假整合型接触关系主要分布于陆相与海陆交互相沉积地层之中,包括四川东南部,湖南东部和滇、黔广大地区。上、下二叠统之间的岩石地层和生物地层界线都比较清楚。在岩石地层方面,上二叠统下部龙潭组含煤碎屑岩建造及峨眉山玄武岩组与下二叠统上部茅口组碳酸盐岩建造,无论是岩性、岩相,还是古生物组合等方面都有明显的差异,在野外易于识别。从沉积特征来看,上二叠统下部,无论是龙潭组还是吴家坪组都具有含煤沉积特征,而下伏的下二叠统茅口组则不含煤沉积,因此,单从沉积特征来看,上、下二叠统之间的界线也是比较清楚的。再从生物地层上来看,上、下二叠统虽然都产有丰富的海相动物群,如笔石、腕足、珊瑚、有孔虫和牙形刺等,但其生物组合差异较大,尤以笔石动物群差别最为明显。

上、下二叠统之间假整合型接触关系的广泛存在表明,华南地区普遍存在的“东吴运动”对上扬子台地有强烈的影响。

上、下二叠统之间,整合型接触关系仅分布于川北、川东北的大巴山前缘,在较深水沉积的滇黔桂地区可能也有分布,如浪平下河坝、隆林常么等地。

据张继庆等(1990)研究,在川北及川东北的大巴山前缘,包括广元、长江沟、宣汉渡口、

开县红花、巫溪田坝等地,上、下二叠统之间为连续沉积、整合接触。其理由有三点。

第一,地层层序连续、完整,无间断面,即下二叠统孤峰组上部与上二叠统吴家坪组下部岩性是逐渐过渡的。在宣汉渡口剖面上两者均为灰岩,其区别只在于孤峰组顶部泥晶灰岩呈薄层状,颜色较深,呈韵律层,显小型纹层理;吴家坪组底部泥晶灰岩呈厚层状,色稍浅,具扁豆状构造,含燧石结核及条带,微显水平层理。在其他地区,如旺苍、巫溪、奉节等地,两者多为一套黑灰色薄层硅质岩、钙质炭质页岩夹薄层灰岩,岩性上难以区别。

第二,牙形刺生物化石组合带连续。以宣汉渡口剖面为代表,下二叠统最顶部发育牙形刺 *Neogondolella-Postserrata* 组合带,上二叠统最底部为 *N. aserrata-N. liangshanensis* 组合带,其中 *N. aserrata* 为两个组合带的过渡分子。据近年来研究认为,牙形刺为广海窄盐性浮游生物,具分布广、演化快的特点,是划分、对比地层的标准化石。康沛泉、王成源(1987)对贵州紫云二叠系进行了研究,建立了下二叠统茅口阶上部牙形刺 *N. serrata-N. postserrata* 组合带和上二叠统吴家坪阶牙形刺 *N. aserrata-N. bitteri* 组合带。其中 *N. aserrata* 也为上、下二叠统过渡分子。上述宣汉渡口与紫云两剖面牙形刺组合带基本一致,可以对比。

第三,沉积环境连续过渡,由海水相对较深逐渐变浅。该区早二叠世晚期孤峰组呈带状展布,可能与陕南宁强、鄂西北房县至竹溪一带较深水的台盆相连,沉积物为一套黑灰色薄层硅质岩、炭质页岩夹泥灰岩,具水平纹层和韵律层理,下部常富含黄铁矿结核,并富含浮游生物 *Altudoceras* 菊石带,牙形刺 *Neogondolella-Postserrata* 组合带,含少量个体极小、属种单一的有孔虫和薄壳小腕足、小腹足以及较为丰富的放射虫、钙球等。而浅水底栖生物则较少见。据近年来对我国南方二叠系放射虫岩的研究,一致认为放射虫富集的环境为半深海盆地,与放射虫共生的牙形刺组合为广海窄盐性分子,其他薄壳小腕足、小腹足可营假漂浮,生活于水体较深的环境中。因此,岩石组合、沉积构造和生物群生态特征均说明孤峰组代表相对较深的静水盆地环境。从下而上灰岩增多,逐渐过渡为吴家坪组厚层灰岩,表明海水逐渐变浅。

川东北及桂西北等地区上、下二叠统之间整合型接触关系的存在表明,虽然“东吴运动”在我国西南地区上扬子台地内,总体表现为构造抬升,但在局部地区则表现为构造沉降。上述认识对于研究区内晚二叠世区域岩相古地理、古构造特征以及古成礁背景等都具有重要的指导意义。

2. 上二叠统上界

上二叠统上部长兴组或大隆组与其上覆的下三叠统大冶组(川东鄂西地区)或逻楼组(滇黔桂地区)的接触关系,一般均认为连续过渡型沉积。下三叠统下部大冶组和逻楼组以其沉积特征和化石组合的显著差别而不同于上二叠统上部长兴组和大隆组。

晚二叠世长期期沉积相类型丰富多样,致使在不同沉积相带和界线的上、下岩性和生物均有所不同,归纳起来主要有四种类型:

(1) 筠连—毕节—宣威一线以西的陆相沉积区,二叠系与三叠系之间岩性上是逐渐过渡的。下三叠统飞仙关组大套紫红色碎屑岩系之下为紫灰、灰绿色细—粉砂岩、砂质泥岩,与上二叠统宣威组上亚组顶部岩性相近,难以区分。以往研究程度较差,仅在某些代表性剖面上作过一定的双壳类和抱粉等生物地层工作。

(2) 在海陆交替相沉积区,长兴组与下三叠统飞仙关组之间亦为整合接触。在宣威组上亚组或长兴组顶部煤线之下泥岩中含二叠系腕足化石 *Otrhotetina ruber*, *O. frechi*;煤线之上

为灰黄、灰绿色含生物碎屑泥岩和薄层泥质灰岩,含 *Claraia* sp. 等下三叠统典型分子。因此,二叠系与三叠系之间的界线应置于长兴组顶部煤线之顶。

(3) 在广大的海相碳酸盐岩沉积区,以川中、川东、黔北和湘西为代表。这一地区前人多以岩石地层为依据将两者界线置于上二叠统长兴组顶部厚层块状含燧石灰岩与下三叠统大冶组或飞仙关组底部黄灰色薄层泥质灰岩之间,两者无沉积间断,但岩性差异十分明显,易于划分。近年来,对该界线的生物地层研究有了新的进展。张继庆等(1987)对川东地区丰都麻坪剖面进行了研究,在原划入大冶组底部厚 1.2 m 黄灰色薄层泥质灰岩中发现较多的二叠系腕足 *Cathaysia orbicularia*, *Acosarina minuta*, *Waagenites* sp. 等;其上,在具有相同岩性的地层中富含下三叠统介形虫 *Hollinella* cf. *tingi*, *Langdaia* cf. *suboblenga* 组合和少量小腕足 *Paracrurithyris pigruaea*, 两者为整合接触。因此,在该剖面上应以生物地层为依据,将二叠、三叠系分界置于原岩性分界之上的 0.6~1.2 m 之间。邻水华蓥剖面(杨遵义等,1984)的岩性和生物特征与上述剖面十分相似,其二叠、三叠系界线比岩石地层界线上移 0.63 m,即置于薄层灰岩产二叠纪化石和三叶虫(*Pseudophillipsia chongqingensis*, *Neoplicatifer multispinosa*)等地层与相同岩性产三叠纪瓣鳃 *Pseudoclarais wangi minor*, *Pseudocl. Wangi*, *Claraia griosbachi* 地层之间。

(4) 在川东北及鄂西多数地区,如宣汉、开县、巫溪、利川等地,二叠、三叠系之间为一套白云质灰岩、白云岩及薄层状灰岩,因受环境影响生物较少,仅在开县红花长兴组顶界之下 15~30 m 灰质白云岩中发现二叠系有孔虫和筳(?)。因此,目前暂将二叠、三叠系之间分界置于长兴组顶部白云岩与大冶组底部薄层灰岩之间。西秦岭迭部益哇剖面与川东北地区剖面相似,长兴组顶部亦为白云岩,其上为下三叠统底部薄层灰岩,含 *Claraia* 及牙形刺等(殷鸿福等,1988)。

二、吴家坪阶和长兴阶的划分与对比

为了研究沉积相和编制岩相古地理图,需要确定大致等时的界面,因此尽可能将组一级岩石地层单元与阶一级年代地层单元统一起来。本区相变明显,各门类化石在纵、横向上的分布都受到岩相控制,因此难以用某一种方法将陆相、海陆交替相及海相三种不同沉积相区的地层作统一的划分。从本区实际情况出发,应以生物地层学研究为基础,辅以生态地层、岩石地层等方法进行组(阶)一级地层单元的划分与对比。

在地层的划分和对比方面主要采用以下两种方法。

(1) 生物地层方法:仍是目前划分、对比年代地层的重要手段。在华南及世界其它地区,对上二叠统具划分和对比意义的筳、菊石和牙形刺,可用于海相沉积区吴家坪组和长兴组的划分,腕足类组合对海陆交替相沉积区的龙潭组与长兴组划分具有重要意义。

(2) 岩石地层方法:在无海相化石分布的陆相区及植物化石也不太丰富的情况下,可以用与海陆交替相区相同的岩性标志层、煤层及煤层中夹矸(火山灰物质)等特征,综合考虑。为此,可用岩石地层学方法对宣威组下亚组(相当于吴家坪阶)与上亚组(相当于长兴阶)进行大致的划分。在广大的稳定型碳酸盐台地沉积区,岩石地层的划分和对比无疑是一种最为简便、可靠和实用的方法。

现按三种不同情况分别讨论上二叠统组级地层单元的划分和对比。

1. 吴家坪组与长兴组的划分与对比 主要分布于川东、黔北和湘西等广大海相沉积区。该区上二叠统为一大套碳酸盐岩,以往研究程度较差,前人多以 *Palaeofusulina* 的出现作