

国家科技重大专项 (2011ZX05007-003-01、2016ZX05007-004-02) 成果

SICHUAN PENDI

ERDIEXI CENGXU DICENG
GEJIA NEIDE CHENJILYU CHUCENG YANHUA

四川盆地二叠系层序地层格架内的 沉积与储层演化

田景春 张 奇 林小兵 徐 亮 著



科学出版社

国家科技重大专项（2011ZX05007-003-01、2016ZX05007-004-02）成果

四川盆地二叠系层序地层格架内的 沉积与储层演化

田景春 张 奇 林小兵 徐 亮 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书主要对四川盆地二叠系系统开展层序地层学研究,建立层序地层格架。在上述基础上,深入分析层序地层格架内沉积相类型、特征及演化,详细研究层序地层格架内储层的成因类型、特征及发育主控因素,阐明各类储层发育的油气地质意义,为四川盆地二叠系进一步油气勘探部署提供坚实的科学依据。全书共分7章,主要包括四川盆地二叠系地层划分与对比、四川盆地二叠纪构造演化特征、四川盆地二叠系层序地层特征等内容。

本书可供从事相关工作的科研人员参考,也可作为大专院校地学的教学教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

四川盆地二叠系层序地层格架内的沉积与储层演化/田景春等著. —北京:科学出版社,2018.9

ISBN 978-7-03-051611-4

I. ①四… II. ①田… III. ①四川盆地—二叠纪—地层层序—沉积演化—研究 IV. ①P534.46

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第018978号

责任编辑:冯 铂 刘 琳/责任校对:韩雨舟

责任印制:罗 科/封面设计:墨创文化

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

成都锦瑞印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018年9月第一次印刷 印张:13 3/4

字数:330 000

定价:198.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

位于我国西部、扬子地台西部的四川盆地，是我国大型含油气盆地，面积达 $18.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。盆地经历了多期次构造演化，形成了海陆相叠合的含油气盆地。盆地内油气资源丰富，以天然气为主，可划分为海相碳酸盐岩、致密碎屑岩与页岩气三大油气勘探领域，是国内天然气储量和产量最高的大型盆地之一。

作为人类开发和利用天然气资源最早的地区，四川盆地天然气勘探开发的历史可追溯到公元前 206 年，到清代末年，已广泛利用卓筒井、顿钻凿井技术，开凿天然气井数千口；具有现代意义的油气地质工作始于 1866 年德国人李希霍芬 (F. Von. Richthofen) 的入川调查，但大规模的勘探、研究工作直到 20 世纪 50 年代才得以展开。

20 世纪 90 年代开始，中石油、中石化分别对四川盆地尤其是川西、川东北的达州—宣汉、川北的通南巴、川东南、川西南等地区投入大量的工作，获得了丰富的油气勘探成果，在二叠系、三叠系中发现了多个大气田，掀开了四川盆地二叠系、三叠系天然气勘探取的新篇章。

为实现把四川盆地建设成我国重要油气能源基地的目标要求，迫切需要进一步加快四川盆地二叠系有关储层中天然气勘探步伐。因此，深化对四川盆地二叠系层序地层格架内的沉积演化、储层演化及储层发育规律研究，对于进一步在二叠系中寻找新的有利勘探区带具有重要的理论意义和重大的实际价值。

为此，《四川盆地二叠系层序地层格架内沉积及储层演化》作为国家“十二五”科技重大专项“四川盆地天然气富集规律、目标评价与勘探配套技术”(2011ZX05007-003) 课题下属专题和“十三五”科技重大专项“四川盆地二叠系-中三叠统大型气田富集规律与目标评价”(2016ZX05007-004) 课题下属专题综合研究成果之一，以四川盆地二叠系为研究对象，以层序地层格架研究为基础，以沉积演化、储层演化研究为核心，充分运用野外剖面资料、盆地内钻井资料、测井资料、地震剖面资料和测试分析资料，在沉积学、层序地层学、石油地质学、板块构造学等多学科理论指导下，对四川盆地二叠系系统开展层序地层学研究，建立层序地层格架深入分析层序地层格架内沉积相类型、特征及演化，研究层序地层格架内储层的成因类型、特征及发育主控因素；阐明各类储层发育的油气地质意义，为四川盆地二叠系进一步油气勘探部署提供丰富的基础资料和坚实的科学依据。

在研究过程中，以层序演化—沉积演化—岩相古地理演化—储层演化为主线，注重于：①整体性研究，即把四川盆地看作一个整体，探讨二叠纪沉积层序发育特征，建立层序地层格架；②时代性研究，研究二叠纪不同时期盆地内的沉积充填特征、储层类型及特征；③有序性研究，即研究盆地二叠纪不同演化阶段所形成的不同类型的储层特征及其在时代演化上的有序性，在空间分布上的有序性；④综合性研究，运用多学科理论、多种技术方法对四川盆地二叠系进行综合研究，深刻认识层序演化、古地理演化、储层演化的规律及其相互关系。

本书各章节编写分工如下：前言由田景春执笔；第一章由田景春、张奇执笔；第二章由张奇、林小兵执笔；第三章由田景春、徐亮执笔；第四章由林小兵、田景春执笔；第五章由田景春、林小兵执笔；第六章由林小兵、徐亮执笔；第七章由徐亮、张奇执笔。书中相关图件，由郭维、杨辰雨、苏林、彭顺风、孙赛男、邢浩婷、邱琼、吴聪哲等研究生清绘。全书由田景春、林小兵统稿。

在本书编写过程中参考了众多学者所发表的学术论文、出版的专著、教材。在此，向他们表示衷心的感谢和诚挚的敬意。本书最后所列举的参考文献可能挂一漏万，敬请原谅。

另外，国家“十二五”科技重大专项“四川盆地天然气富集规律、目标评价与勘探关键技术”（2011ZX05007-003）课题、“十三五”科技重大专项“四川盆地二叠系-中三叠统大型气田富集规律与目标评价”（2016ZX05007-004）课题为本书的出版提供了经费资助，在此表示衷心的感谢。

编 者

2017年10月

目 录

第一章 四川盆地二叠系地层划分与对比	1
第一节 四川盆地二叠系地层分区	1
一、地层分区的目的	1
二、地层分区的依据及意义	1
三、四川盆地二叠系地层分区	2
第二节 二叠系地层划分	2
一、二叠系岩石地层划分	3
二、二叠系生物地层划分	9
三、二叠系年代地层划分	11
第三节 四川盆地 T/P 地层分界问题	11
一、概述	11
二、四川盆地 T/P 地层分界依据	12
第四节 四川盆地二叠系地层对比	18
第二章 四川盆地二叠纪构造演化特征	21
第一节 四川盆地基底性质	21
第二节 四川盆地构造旋回及演化阶段划分	23
一、四川盆地构造旋回及演化	23
二、四川盆地构造演化阶段	30
第三节 四川盆地二叠纪构造演化及沉积充填特征	32
一、四川盆地二叠纪构造运动	32
二、四川盆地二叠纪演化阶段及沉积充填特征	33
第三章 四川盆地二叠系层序地层特征	38
第一节 四川盆地二叠系关键界面的物质表现形式	38
一、古风化壳	39
二、岩性、岩相转换面	40
三、火山事件作用面	42
四、最大海泛面	42
第二节 关键层序界面的“四位一体”表现特征	44
一、梁山组与下伏地层之间的层序界面	44
二、茅口组与栖霞组之间的层序界面	44
三、上中二叠统（吴家坪组/龙潭组与茅口组）之间的界面	46
四、二、三叠系之间的界面	46
五、层序界面的时空分布特征	48

第三节 层序界面的成因类型	49
一、升降侵蚀层序不整合界面	50
二、海侵上超层序不整合界面	50
三、暴露层序不整合界面	51
四、与火山事件有关的层序界面	52
第四节 四川盆地二叠系层序划分方案	52
第五节 四川盆地二叠系层序地层对比	54
一、SS1 构造层序对比	54
二、SS2 构造层序	55
第六节 四川盆地不同构造分区层序发育特征及差异性	58
第四章 四川盆地二叠系层序地层格架内的沉积演化特征	63
第一节 沉积相类型划分	63
一、相标志研究	63
二、沉积相划分	70
第二节 各类沉积相特征	71
一、混积潮坪	71
二、潮坪	72
三、局限台地	73
四、开阔台地	74
五、台地边缘礁滩相	76
六、斜坡相	87
七、盆地相	87
第三节 典型沉积模式	89
一、栖霞-茅口组沉积模式	89
二、长兴组沉积模式	90
第五章 四川盆地二叠纪海平面变化及层序岩相古地理研究	92
第一节 古地理编图单元及方法选择	92
一、古地理研究历史	92
二、编图单元的确定	93
三、古地理编图方法	93
第二节 四川盆地二叠系—三叠系海平面变化研究	94
一、海平面变化的研究方法	94
二、四川盆地二叠系海平面变化研究	96
第三节 二叠纪构造—层序岩相古地理特征及演化	106
一、早中二叠世层序岩相古地理 (SS1 构造层序)	106
二、晚二叠世层序岩相古地理 (SS2 层序 TST 体系域)	108

第六章 四川盆地二叠系层序地层格架内储集体类型、特征、发育控制因素	112
第一节 各类储层特征	112
一、栖霞组白云岩储层特征	112
二、茅口组古岩溶储层特征	121
三、玄武岩储层特征	125
四、长兴组生物礁储层特征	138
五、长兴组颗粒滩储层特征	146
第二节 层序格架内碳酸盐岩储集体发育的控制因素	149
一、三级层序海平面变化及沉积相对储层发育的控制作用	149
二、层序地层格架内的成岩作用对储层发育的控制作用	153
三、构造破裂作用对储层具建设性和破坏性双重影响	185
第三节 玄武岩储层发育主控因素研究	186
一、不同岩性对储层的控制作用	186
二、成岩作用的控制作用	187
三、构造断裂作用	190
四、有机质成熟过程	191
第七章 四川盆地二叠系储层发育规律及油气意义	192
第一节 层序地层格架中储层发育的位置	192
第二节 储层发育演化的油气地质意义	193
一、栖霞组白云岩储层与茅口组古岩溶储层发育演化的油气地质意义	193
二、玄武岩储层发育演化的油气地质意义	198
三、礁滩储层发育演化的油气地质意义	202
参考文献	206

第一章 四川盆地二叠系地层划分与对比

二叠系在四川盆地及周边广泛分布,通过对野外露头剖面的详细观测,结合最新的岩石地层厘定成果,根据四川盆地二叠系的岩石地层层序发育程度及其建造序列宏观岩性组合特征、岩石生成的沉积环境及古地理时空变化规律、古生物及古生态特征、区域岩浆岩(玄武岩)生成时期及其分布特征以及区域大地构造属性等多种因素,在对四川盆地二叠系进行综合地层划区的基础上,开展了地层划分与对比。

第一节 四川盆地二叠系地层分区

一、地层分区的目的

地层分区就是把地层总体特征类似的地区归入同一地层区。地层分区的目的是为了反映各区地层发育的总特征,以利于区域地质和矿产资源的调查研究,并进行区域地层对比等。同时,也为划分区域地质构造单元和研究区域地质发展史提供重要依据。对一个时代的地层所作的地层分区,主要根据地层沉积特征的分布情况,类于沉积分区。对整个地质时期或大阶段所作的地层分区,主要根据各区地层发育总的面貌,称为综合分区。

综上所述:地层分区是开展区域地质调查、矿产资源寻找和预测的基础。所以,开展地层分区对认识区域构造运动、沉积盆地演化、油气藏等矿产资源的生成关系都具有重要意义。

二、地层分区的依据及意义

如何进行地层分区是一项科学性、实用性很强的综合研究工作。理论上先进、划分上合理、生产上实用的地层分区方案,对于生产实践和科学研究具有重要指导意义。

地层分区的依据主要是地层发育的总体特征,即包括沉积类型、层序(缺失)特征、生物化石面貌及古生物演变、古地理条件、古气候条件及构造关系等多方面特征。传统地层学是以时间标志进行地层统一划分,并据此统一地层分区。现代地层学认为地层具有多种属性,可多重划分,应该把具有相似成因或属性相同,时、空紧密相连的岩石地层单位组合在一起,真实、客观地反映岩石地层单位的时空关系。

根据地层体发育特征,建立地层序列及其划分标准,通常是由层型来完成的。层型正确地延伸是地层区划的主要原则,建立地层区划等级在很大程度上取决于地层正确的对比。以多重划分作为理论基础的区域地层学,在解决地层对比时强调岩石地层对比为主的多重对比,突出岩石地层单位在对比中的作用。

按岩石地层清理的结果真实客观地进行分区,可以为指导区域地层的研究、沉积盆地分析、区域构造特征及演化提供可靠的依据。

三、四川盆地二叠系地层分区

四川盆地属于华南地层大区，扬子地层区中的上扬子地层分区。该分区大部分为稳定型沉积盖层，晚三叠世前以海相碎屑岩-碳酸盐岩建造为主，晚三叠世以后以巨厚陆相含煤碎屑岩-红色碎屑岩建造为主。

根据地层发育状况及岩石组合特征，四川盆地二叠系可细分为 12 个地层分区：龙门山北段分区、龙门山中段分区、龙门山南段分区、米仓山分区、大巴山分区、巴中分区、成都分区、南充分区、万州分区、大相岭分区、威远分区及泸州分区（图 1-1）。各地层分区的岩石地层单元发育特征、地层接触关系、地层层序及格架如表 1-1 所示。

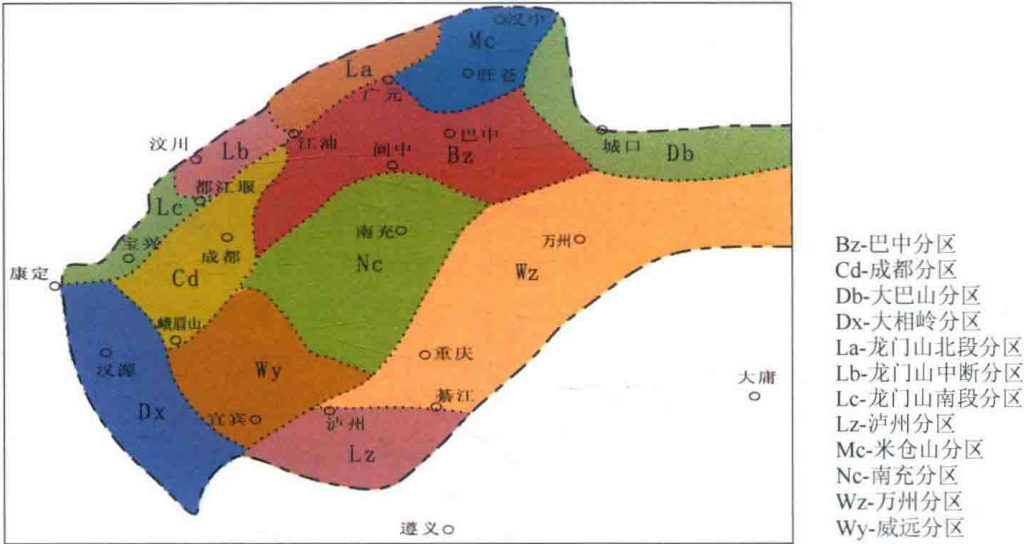


图 1-1 四川盆地二叠系地层分区图

表 1-1 四川盆地各地层分区的二叠系地层划分方案

年代地层	La 龙门山 北段	Lb 龙门山 中段	Lc 龙门山 南段	Dx 大相岭	Mc 米仓山	Db 大巴山	Bz 巴中	Cd 成都	Wy 威远	Ne 南充	Lz 泸州	Wz 万州
下三叠统	奥伦尼阶	嘉陵江组	嘉陵江组	嘉陵江组	嘉陵江组	嘉陵江组	嘉陵江组	嘉陵江组	嘉陵江组	嘉陵江组	嘉陵江组	嘉陵江组
	印度阶	飞仙关组	飞仙关组	飞仙关组	东川组	飞仙关组	飞仙关组	飞仙关组	飞仙关组	飞仙关组	飞仙关组	大冶组
上二叠统	长兴阶	龙潭组	长兴组	峨眉山玄武岩组	宣威组	大隆组	长兴组	宣威组	长兴组	长兴组	长兴组	长兴组
	吴家坪阶	吴家坪组	吴家坪组	峨眉山玄武岩组	吴家坪组	吴家坪组	吴家坪组	峨眉山玄武岩组	龙潭组	龙潭组	龙潭组	峨眉山玄武岩组
中二叠统	冷坝阶	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组	栖霞组	茅口组	茅口组	茅口组	茅口组
	祥播阶	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组	栖霞组
	栖霞阶	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组	梁山组
下二叠统	隆林阶											
	紫松阶											
上石炭统	道通阶	黄龙组	马平组									

第二节 二叠系地层划分

地层划分是根据岩层具有的不同特征或属性将岩层组织成不同的单位。岩层的属性或特征是多种多样的（如岩性特征、生物特征、接触关系、时代属性等）。根据岩层的不同

属性或特征可以进行不同的地层划分，即地层划分的多重性。最主要的地层划分包括：岩石地层划分、生物地层划分和年代地层划分。

一、二叠系岩石地层划分

关于二叠系地层划分，在 20 世纪 80 年代以前为二分法，即二叠系划分为下统和上统。最新国际地层划分方案二叠系采用下、中、上统三分的方案。本书采用最新国际三分方案，并与传统的二叠系二分方案进行了对比（表 1-1）。四川盆地普遍缺失下二叠统，中二叠统包括梁山组、栖霞组、茅口组，上二叠统包括龙潭组、吴家坪组、长兴组等。

1. 梁山组 (P_2l)

梁山组由赵亚曾、黄汲清于 1931 年命名于陕西省汉中市南郑县的梁山。梁山组岩性以黑色页岩、碳质页岩、灰白色黏土岩为主，夹粉砂岩及煤层，偶夹少量石灰岩凸镜体，含植物及腕足类等化石，为烃源岩层。平行不整合于志留系韩家店组或回星哨组暗红色粉砂岩、页岩之上；在龙门山中段及北段地区，局部可平行不整合覆于上石炭统一下二叠统的黄龙组或马平组石灰岩之上。与上覆栖霞组石灰岩多为整合接触（图 1-2）。

梁山组的岩性及厚度变化较大，西部砂岩含量较多，厚度较大，一般为 10~42m，向东迅速减薄，至峨眉山、乐山一带为 5~15m，常以碳质页岩为主；川南一带厚 4~17mm，以碳质页岩及黏土岩为主，含铝土矿及赤铁矿；川东地区以煤黏土岩与砂岩为主，厚 4~8m；川北及龙门山一带以铝质黏土岩为主，夹铝土矿及劣质煤层，时见菱铁矿及赤铁矿，厚 3~30m，也具有西厚东薄的特点。

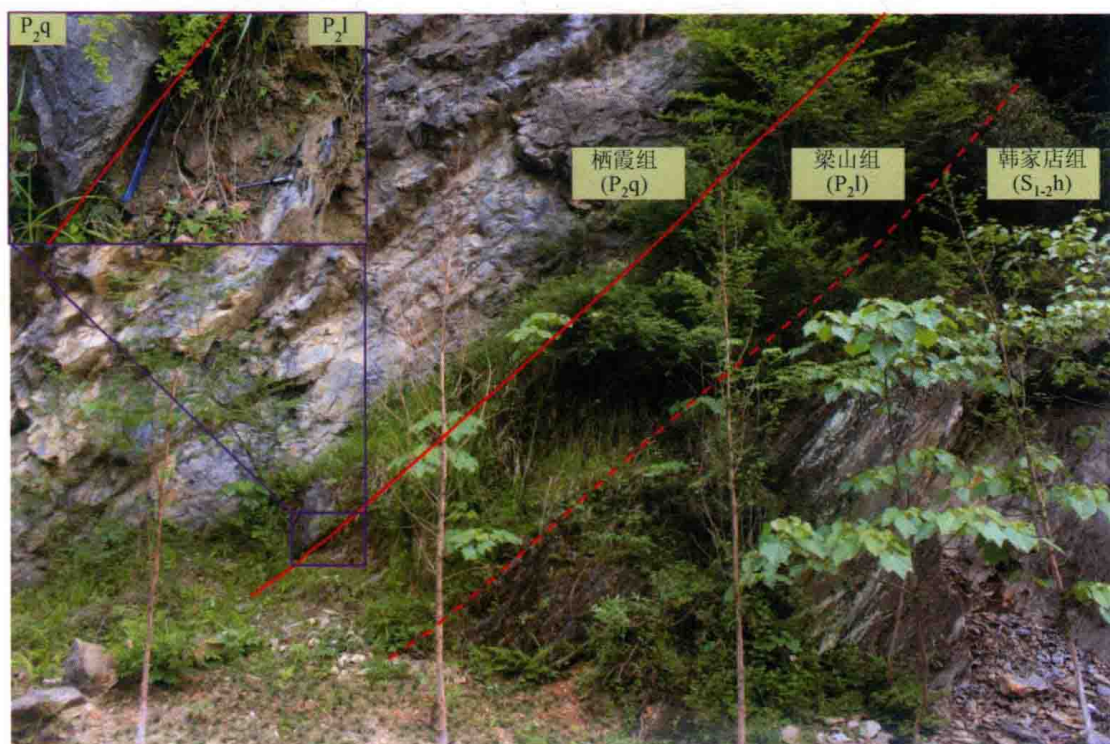


图 1-2 四川盆地东北部通江诺水河剖面梁山组与上、下地层接触关系

2. 栖霞组 (P_2q)

栖霞组由李希霍芬于 1912 年命名于江苏省南京市郊的栖霞山。盆地内栖霞组以深灰-灰黑色薄-厚层状石灰岩为主, 含泥质条带及薄层, 具眼球状构造, 含蜓类、珊瑚、腕足类等古生物化石。与下伏梁山组黑色含煤岩系及上覆茅口组浅灰色块状石灰岩均为整合接触 (图 1-3)。

栖霞组在盆地的中部及东部分布广泛而稳定, 以深灰-黑色石灰岩为主, 夹生物介屑或骨屑灰, 局部见白云石化灰岩, 含硅质条带或结核, 石灰岩中普遍含较高的沥青质。下部主要为深灰色中至厚层状含沥青质、泥质微晶灰岩、瘤状灰岩, 上部主要为浅灰色厚一块状亮晶砂屑灰岩。一般厚数十米至 300m 不等, 川东北地区厚 80~140m, 川西南地区厚 100~220m, 川东南地区厚 110~180m, 为区内重要的储集层。

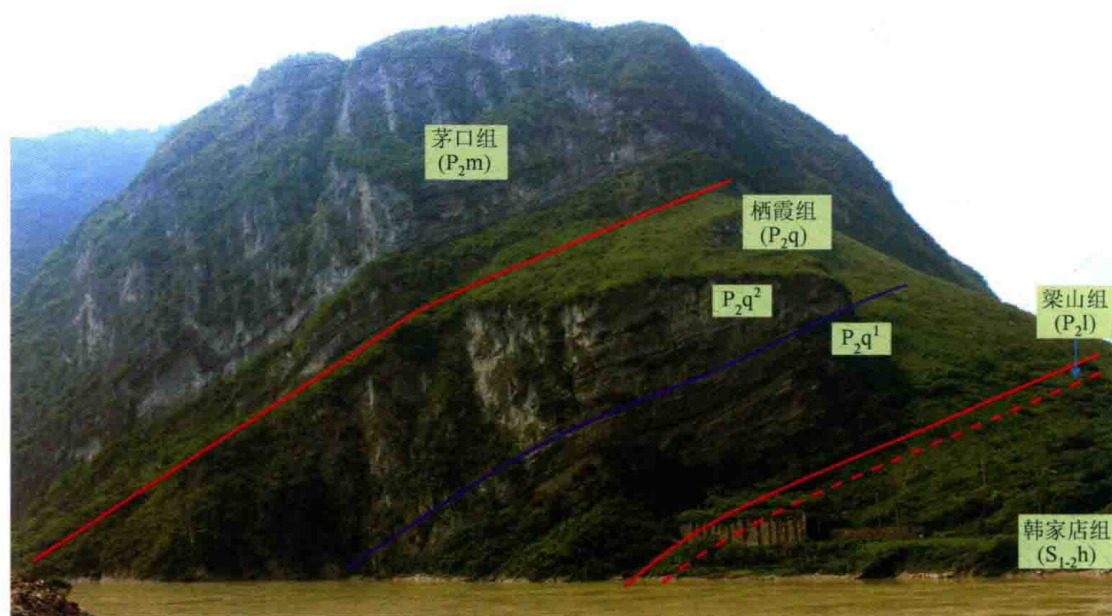


图 1-3 四川盆地西南部峨边毛坪剖面栖霞组与上下地层接触关系

3. 茅口组 (P_2m)

茅口组由乐森研于 1927 年命名于贵州省郎岱县茅口河岸一带, 原称“茅口灰岩”。在四川盆地茅口组以浅灰-灰白色厚层-块状石灰岩为主, 夹白云岩及白云质灰岩, 含硅质结核及条带。与下伏栖霞组整合接触, 与上覆吴家坪组整合接触或与上覆龙潭组整合或平行不整合接触, 或与上覆峨眉山玄武岩组平行不整合接触 (图 1-4)。茅口组在川东北地区厚 100~249m, 川西南地区厚 100~353m, 川东南地区厚 182~351m, 为区内重要的烃源岩层和油气储集层。

茅口组分布广泛、岩性较稳定。下部主要为深灰-灰黑色中-厚层状泥质微晶灰岩, 同时普遍发育石灰岩夹钙质页岩及泥灰岩, 并构成眼球状及瘤状构造, 含有结核状或条带状产出的硅质层或薄层硅质灰岩。与上覆地层龙潭组岩性差异明显, 界线清楚, 在盆地内本

组顶部常有缺失，接触面为平行不整合。上部主要为厚数米至数十米的灰黑色硅质岩夹碳质页岩、中层状砂屑泥晶灰岩。产口类、珊瑚及腕足类等化石。

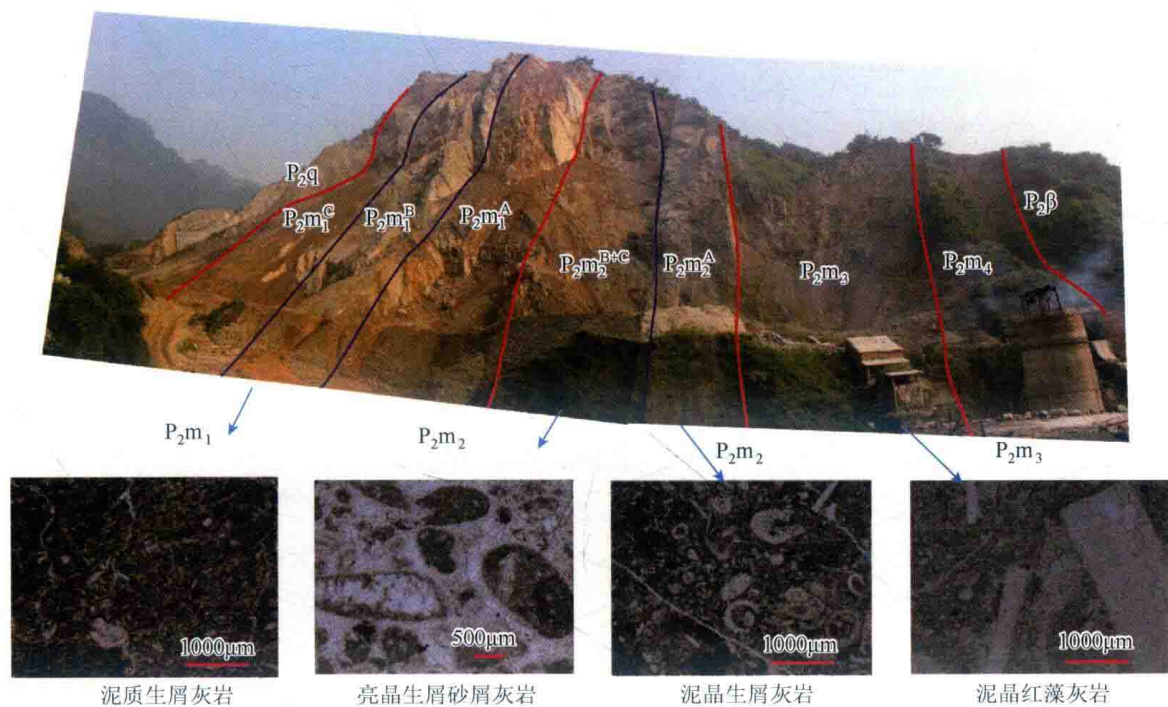


图 1-4 四川盆地西南部沙湾剖面茅口组地层划分及岩性特征

4. 峨眉山玄武岩组 (P₃e)

峨眉山玄武岩组由赵亚曾于 1929 年命名于峨眉山，原称“峨眉山玄武岩”，为席状基性熔岩流。峨眉山玄武岩组主要分布于川西南地区，华蓥山、川东北有少量分布 (图 1-5)，属火山喷发成因，岩性以灰、灰绿等色致密玄武岩、斑状玄武岩、杏仁气孔状钙碱性玄武



图 1-5 四川盆地华蓥山罗家沟峨眉山玄武岩组地层划分及岩性特征

岩为主,夹少量玄武质凝灰岩、凝灰质砂岩、泥岩,致密玄武岩中柱状节理发育。与下伏茅口组石灰岩及上覆宣威组或龙潭组粉砂岩、泥岩均为平行不整合接触。

峨眉山玄武岩组在攀西地区南段及盐源地区以超基性—基性岩为主,有致密、斑状的苦橄岩及杏仁状碱性玄武岩,夹有凝灰质砂、页岩、凝灰岩及灰岩,偶见火山角砾岩,组成多个喷发旋回,厚达 830~3000m,攀西地区北段及峨眉山—雷波一带以斑状、杏仁状及致密状碱性玄武岩为主,厚度减薄至 200~1000m,由西向东明显减薄。沿华蓥山构造带及其延伸范围内可见厚 0~95m 的霞石玄武岩、灰绿色致密玄武岩,分布不连续,以特殊的岩性区别于相邻地层,顶底界以大套玄武岩的出现及消失作为划分标志。华蓥山等边缘地带玄武岩夹于砂页岩及灰岩中,厚 20~100m,为明显的穿时地层体。

5. 龙潭组 (P_3l)

龙潭组由刘季辰、赵如钧于 1824 年命名于南京市栖霞区龙潭街道,原称“龙潭煤系”,盛金章于 1962 年改称其为龙潭组。在四川盆地龙潭组以黄灰—黑色细砂岩、粉砂岩、粉砂质碳质页岩为主,夹石灰岩、泥质灰岩及煤层,含植物、腕足类等化石。

龙潭组 (P_3l) 与吴家坪组 (P_3w) 为同时异相,主要分布于川西南和川中地区,主要由灰黄和灰色硅质岩、碳质泥岩、细砂岩组成韵律互层,夹多层煤、铝土矿、菱铁矿等(图 1-6)。与下伏茅口组含硅质结核灰岩整合或平行不整合接触,为区内重要的烃源岩层。在龙门山北段分区与上覆飞仙关组紫红、黄绿色泥页岩、泥质灰岩整合接触;在川南威远小区、泸州分区及川中北部南充分区与上覆吴家坪组石灰岩整合。

龙潭组中石灰岩含量及单层厚度由西向东增加,向吴家坪组过渡;向西层间陆相砂、泥岩增多,石灰岩减少,向宣威组过渡。厚度为 80~180m,具有西薄东厚的趋势,最厚可达 300m 以上,底部常有高铝黏土、黄铁矿等富集,与下伏茅口组界线清晰。



图 1-6 华蓥阎王沟剖面龙潭组地层特征,由黑色碳质泥岩夹灰岩透镜体组成

6. 吴家坪组 (P_3w)

吴家坪组由卢衍豪于 1956 年命名于陕西省汉中梁山吴家坪, 原称“吴家坪灰岩”。吴家坪组在四川盆地以灰、深灰色厚层-块状石灰岩为主, 富含硅质结核, 夹燧石及少量白云岩, 底部夹页岩及粉砂岩。石灰岩中富含蜓类、腕足类、牙形石及菊石等化石, 厚 150~400m, 与下伏茅口组石灰岩及龙潭组砂、页岩, 与上覆飞仙关组或大冶组底部页岩或大隆组黑色硅质岩、长兴组灰岩均为整合接触 (图 1-7)。

吴家坪组主要分布于巴中分区、米仓山分区、大巴山分区、万州分区等地。下部页岩段为灰黑色至黑色薄层泥页岩夹少量泥质粉砂岩, 见煤层或煤线, 厚 0~10m; 上部为灰至深灰色中厚层状含燧石泥晶灰岩, 产丰富化石, 主要有蜓类、珊瑚、腕足、菊石、牙形石、非蜓有孔虫、钙藻等, 厚 40~222m。



图 1-7 开州红花剖面吴家坪组底部泥页岩与茅口组整合接触特征

7. 长兴组 (P_3c)

长兴组于 1931 年创名于浙江省长兴县, 岩性主要为灰-浅灰色中厚层石灰岩, 生物碎屑灰岩。为区内重要的储集层。

长兴组在的巴中分区、南充分区、万州分区, 大致可以分为下部灰岩段 (礁灰岩段) 和上部白云岩段。下段为灰-浅灰色、深灰色中厚层至块状泥晶灰岩、含砂屑泥晶灰岩、砂屑灰岩、条带状灰岩、生物碎屑灰岩、硅质白云岩, 局部含硅质白云岩团块, 滩相的粒屑灰岩为很好的储集层; 上段为灰、浅灰色、灰白色中厚层至块状泥晶白云岩、糖粒状白云岩、鲕粒白云岩、藻纹层白云岩及砾屑白云岩, 岩石中溶孔发育, 厚 150~300m。长兴组在威远分区、泸州分区为灰-深灰色中厚层状瘤状泥质微-粉晶灰岩, 中部夹灰黑色硅质灰岩, 厚 36~65m (图 1-8)。



图 1-8 宣汉盘龙洞剖面长兴组宏观特征

8. 大隆组 (P_{3d})

大隆组由张文佑等于 1938 年命名于广西来宾市合山附近的大垌场。与下伏吴家坪组含隧石灰岩或长兴组生物碎屑灰岩整合接触,与上覆飞仙关组底部灰黄色薄层泥灰岩夹钙质页岩也为整合接触 (图 1-9)。

大隆组主要分布于米仓山分区及大巴山分区的广元、旺苍、城口、巫山等地,岩性及厚度较稳定。以黑色薄层硅质岩、硅质页岩为主,夹硅质灰岩及砂泥岩,含以菊石类为主的化石,宏观划分标志明显,以硅质层集中出现相对划分底界,厚 15~42m。



图 1-9 四川盆地长江沟、葛底坝大隆组与上下地层接触特征

9. 宣威组 (P_{3x})

宣威组由谢家荣于 1941 年命名于云南省宣威市打锁坡,原称“宣威煤系”。四川二区

测队于 1971 年在乐山沙湾另创新名“沙湾组”，其名称的含义与宣威组基本相同，主要由以砂岩为主的陆相含煤地层，应该用“宣威组”来命名。宣威组为一套灰—灰绿色岩屑砂岩、粉砂岩为主，夹泥岩及煤层，含大羽羊齿等植物化石，与下伏峨眉山玄武岩组平行不整合接触，与上覆东川组紫红色岩屑砂岩整合接触。

宣威组主要分布于成都分区及川西南大相岭分区。主要由暗紫红、灰黄、灰色粉砂岩、碳质泥岩、细砂岩组成韵律互层，夹多层煤层或煤线，为区内重要的烃源岩层。峨边、雷波、沐川一带厚 60~110m，洪县一带厚 160m 左右，峨眉山龙门碛一带厚 96m。与下伏峨眉山玄武岩组整合或平行不整合接触。与上覆东川组岩性过渡，颜色也由黄绿色向紫红色过渡，以大套紫红色砂、泥岩的出现作为划分标志。

盆地内长兴组 (P_{3c}) 与大隆组 (P_{3d})、宣威组 (P_{3x}) 为同时异相关系，为区内重要的烃源岩层和储集层。

二、二叠系生物地层划分

四川盆地上扬子地层分区内，蜓、珊瑚、腕足、头足类等古生物化石十分丰富，根据古生物化石的组合特征及地层分布规律，对蜓、珊瑚、头足类分别建立了不同的生物地层单位(生物带)，划分为 7 个蜓类生物带、6 个腕足类生物带和 2 个菊石类生物带(表 1-2)。

1. 蜓类生物地层

通过对露头及井下剖面蜓的研究，四川盆地二叠系蜓的分异度及生物丰度以早、中二叠世较高，晚二叠世蜓的分异度及丰度均大幅度降低。根据对蜓的时空分布特征分析，二叠系从老到新建立如下 7 个蜓生物带。

1) *Pseudoschwagerina* 组合带

Pseudoschwagerina 组合带仅分布在龙门山内局部地区，产于黄龙组或马平组上部。主要组分有 *Pseudofusulina*、*Pseudoschwagerina*、*Triticites*、*Sphaeroschwagerina*、*Rugosofusulina*、*Eoparafusulina* 等。其地质时代为早二叠世紫松期早中期。

2) *Misellina* 组合带

该组合带分布较广，主要产于栖霞组下部，主要生物组分有 *Parafusulina*、*Muellina*、*Neomisellina*、*Schwagerina*、*Schubertella*、*Nankinella*、*Sphaerulin* 等。其地质时代为中二叠世栖霞期。

3) *Cancellina elliptica* 组合带

该组合带广泛分布于栖霞组上部，主要生物组分有 *Cancellina*、*Verbeekilla*、*Schubertell*、*Pisolina*、*Yangchina* 等。其地质时代为中二叠世祥播期。

4) *Neoschwagerina-Chusenella conicucylindrca* 组合带

该组合带广泛分布于茅口组下部，主要生物组分有 *Neoschwagerina*、*Pseudodoliolina*、*Afghanella*、*Chusenella*、*Schwagerina* 等。其地质时代为中二叠世茅口期。

5) *Yabeina* 顶峰带

该顶峰带分布于茅口组上部，除 *Yabeina* 大量出现外，共生产出的蜓还有 *Yabeina*、