

贵州六盘水地区二叠纪茅口组中晚期碳酸盐岩微相特征和沉积环境分析

王文明,彭成龙,卢定彪,陈建书,向坤鹏,
龚桂源,张德明,安亚运,陈兴

(贵州省地质调查院,贵州 贵阳 550081)

[摘要]贵州省六盘水地区是茅口组的命名地区,研究发现该地区的茅口组岩相分异明显、顶部可能存在缺失,基于简单岩性及生物组合的划分标志已无法支撑对其进行内部划分对比、沉积环境研究、地质找矿等需求。为解决这一问题,笔者综合运用区域地质调查、剖面测量、岩矿薄片分析、碳酸盐岩微相划分对比等手段,识别出该区茅口组存在5种碳酸盐岩微相类型,进而将该区茅口中晚期的沉积相划分为:半局限台地相、台沟相、开阔台地相、台地边缘砂质浅滩相等4种亚相。六盘水地区二叠纪茅口中晚期古地理格局由南西侧“台沟”与北东侧“台地”组成。这一认识为研究六盘水及邻区茅口中晚期茅口组划分、古地理以及锰矿找矿提供基础资料。

[关键词]碳酸盐岩微相;沉积环境;茅口中晚期;六盘水地区

[中图分类号]P534.46;P588.24⁺5;P512.2 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2021)04-0360-09

1 引言

茅口组创名于贵州郎岱镇西南茅口河岸至打铁关一带,由“茅口希瓦格筴石灰岩”演绎而来,由乐森璋1929年命名。因其直观显著的石灰岩组合、垂向地层序列中清晰的位置、富含新希瓦格筴等特征而在华南地层大区各地层分区广泛引用(中国地层典编委会,1996)。随着研究的不断深入,证实茅口组并非一套纯石灰岩,其岩石组合由灰岩、白云质灰岩、含燧石结核灰岩、白云岩等构成,局部夹硅质岩和锰矿层,整体白云岩化明显。而且不同剖面茅口组岩性组合、岩相特征差异显著,顶部甚至可能存在剥蚀(杨绳武等,1981;龙家荣,1985;肖伟民等,1986;陈文一等,1984,2003;陈洪德,1999;冯曾昭等1994,1996,1997;王立亭等,1983,1994;刘宝珺,1994;施贵军,1999;王尚彦,2005;周喆,2015;刘柯,2017;孙剑,

2018)。对茅口组岩石组合认识的不同,导致各研究者对该组的划分对比存在分歧,致使该组区域对比困难(贵州省区域地质志,1987;贵州省岩石地层,1995;贵州省地质调查院,2017)。

六盘水地区是茅口组层型剖面所在地,岩相类型齐全、分异明显,是研究茅口组沉积期岩相古地理特征的理想区域。作者等在1:5万区域地质填图基础上,通过剖面测制、岩矿薄片分析,对茅口组进行系统研究,共识别出5种微相类型,并根据其组合划分为4种亚相。综合研究认为,二叠纪茅口中晚期六盘水地区古地理分布格局由南西侧的“台沟”和北东部“台地”组成,其间呈相变关系。该认识为进行茅口中晚期岩相古地理重建具有重要意义,并可能为该区锰矿找矿提供新的方向。

2 区域地质概况

研究区六盘水一带在大地构造位置上处于扬

[收稿日期]2021-04-08[修回日期]2021-07-03

[基金项目]《贵州乌蒙山区1:5万普立、玉舍、阿嘎、鸡场、杨梅、猴场6幅区域地质矿产调查》(No:基[2013]01-008-010)

[作者简介]王文明,男(1988—),工程师,主要从事区域地质调查工作,Emil:1103761322@qq.com。

[通讯作者]彭成龙,男(1970—),高级工程师,主要从事区域地质调查工作,Emil:522933807@qq.com。

子陆块东南缘,六盘水 NW 向构造变形区与威宁穹盆构造变形区结合部位。区内构造线方向主要有两组,分别呈 NW 走向和近 SN 走向,主要表现为一系列紧闭的褶皱构造(图 1)。出露地层有石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系。其中中二叠世茅口组整合于栖霞组之上,其上被峨眉山玄武岩假整合覆盖。该组分为两个岩性段,第一岩性段为灰、深灰色厚层至块状泥晶(含)生物屑灰岩、泥

晶-微晶生物屑灰岩、含砂屑生物屑灰岩,下部局部夹少量豹皮状白云质灰岩及白云岩。以 *Yabeinagubler* 的出现、*Cancellina* sp. 的消失作为划分该段顶界的生物依据。第二岩性段为深灰色薄-中厚层含锰质燧石灰岩与浅灰色厚层块状生物屑灰岩组成,同期岩相分异明显,出现较深水台沟相(硅质岩、硅质灰岩建造)与开阔台地相(浅色厚层块状生物屑灰岩建造)相间的沉积格局。

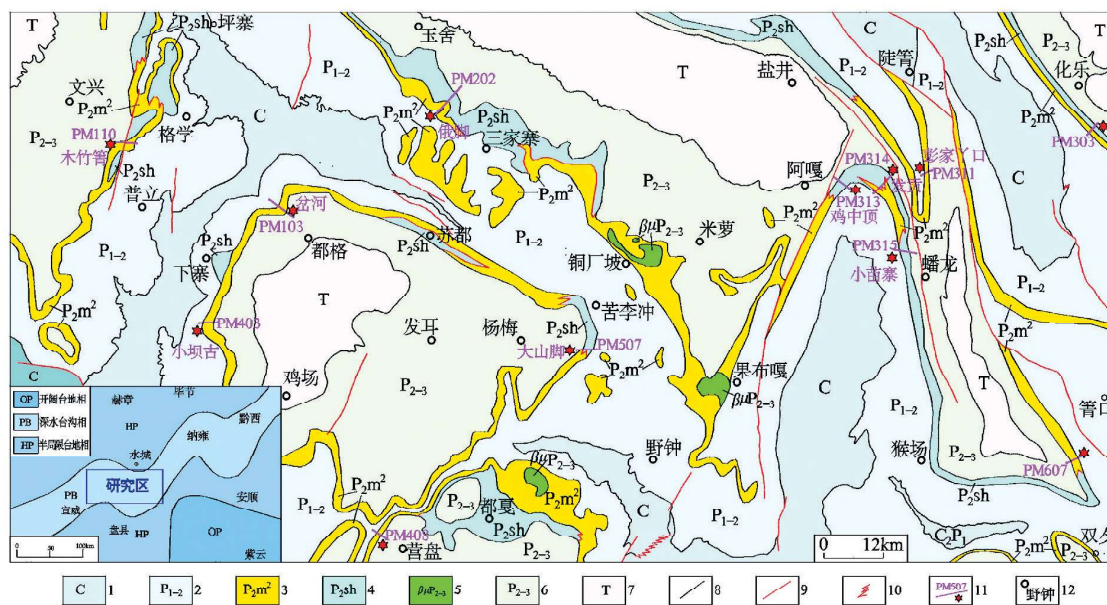


图 1 六盘水地区区域地质简图(据 1:5 万普立片区地质图修改)

Fig. 1 Geological sketch of Liupanshui area (Modified according to 1:50000 geological map of Puli area)

1—石炭系;2—中—下二叠统;3—茅口组第二段燧石灰岩;4—茅口组第二段生物屑灰岩;5—辉绿岩;6—中—上二叠统;7—三叠系;8—地层界线;9—断层;10—相变线;11—剖面位置及编号;12—地名

3 岩性组合及微相特征

通过 1:5 万地质填图、大比例尺剖面测制以及系统岩相薄片研究,控制了茅口组岩石组合、沉积构造、生物组合及变化规律,为详细研究茅口中晚期岩相古地理奠定了基础。

3.1 岩性组合特征

研究显示六盘水地区茅口中晚期沉积主要存在含锰质燧石灰岩段与生物屑灰岩段两种岩性组合(图 2),特征如下:

含锰质燧石灰岩段(P_2m^2):由灰黑、深灰色薄-中厚层含燧石生物屑微-泥晶灰岩、微-泥晶生物屑灰岩、含生物屑泥晶灰岩、微-泥晶灰岩,夹透镜状、似层状硅质岩,偶夹少量钙质粉砂岩、钙质粉砂质粘土岩,及薄层状含锰质灰岩或锰矿层

组成。基本层序:a 由灰黑色薄-中厚层含燧石微-泥晶生物屑灰岩与深灰色-黑色薄层、似层状、条带硅质岩组成,15~35 cm,接触界面凹凸不平。生物屑主要有棘皮屑、有孔虫屑、藻屑等,产蠕、珊瑚、腕足类化石;b 由深灰色中厚层状生物屑泥晶灰岩与同色薄层状含锰灰岩组成互层,单韵律厚 30~40 cm,个别韵律层中夹中厚层状燧灰岩,在横向上厚薄不一,接触面凹凸不平。生物屑泥晶灰岩中局部含燧石条带或结核,含锰灰岩发育水平层理(图 3)。富含蠕 *Chusenella* sp., *Yabeinagubleri*, *Neomisellina* sp., *N. shuichengensis*, *Neoschwagerina craticulifera*, *Ne. kueichowensis*, *Verbeekina* sp.; 腕足类 *Neoplicatiferahuangi* (杨绳武等, 1981), *Martiniatriquetra*, *Spirigerellagrandis*, *S. subt-riquetra*; 珊瑚 *Endamplexus* sp. (杨绳武等, 1981), *Ipciphyllum* sp., *I. subelegans*, *Protomiche-
liniaxinc-hengensis* 等(肖伟民等, 1986)。

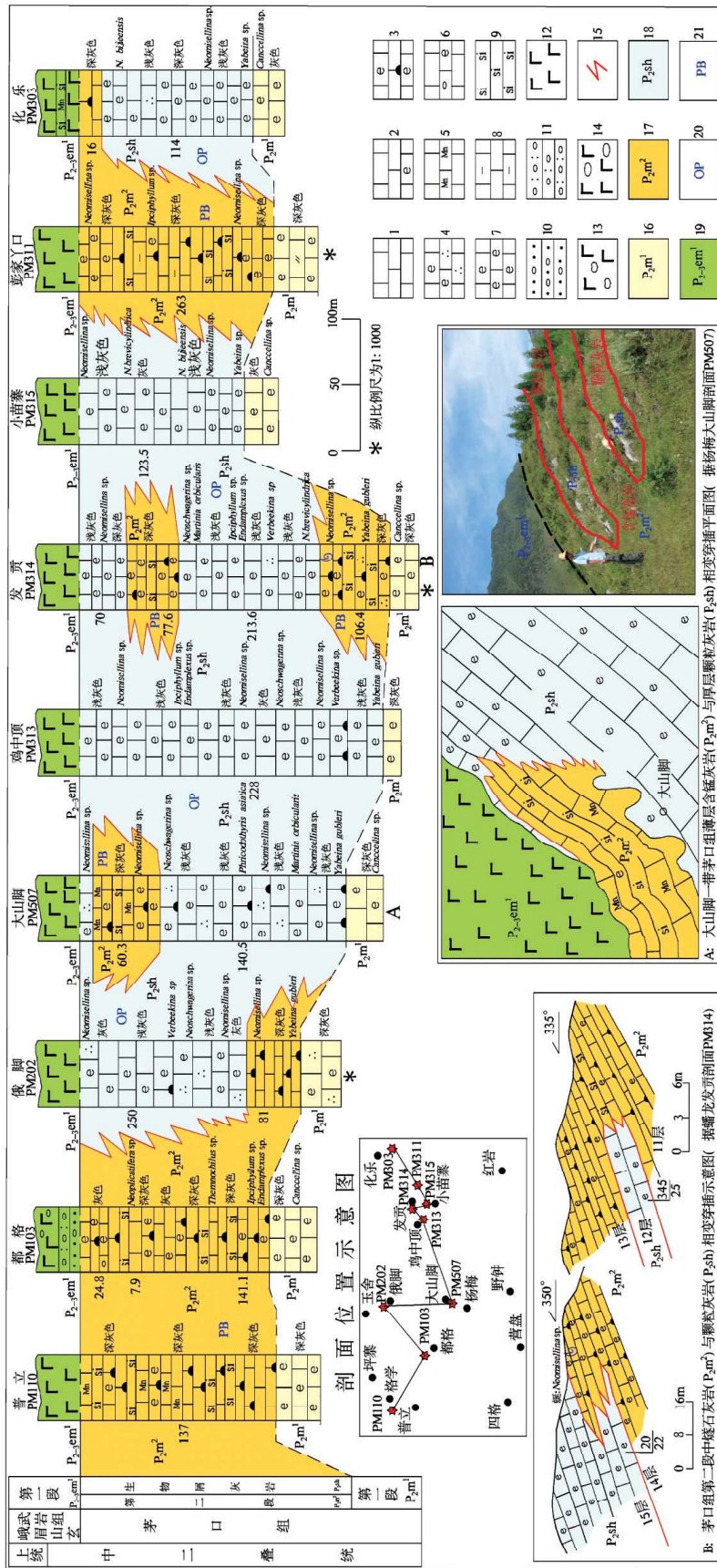


图2 研究区二叠纪茅口中晚期岩相柱状对比图

Fig. 2 Column correlation diagram of the Mid-late Permian Maokou lithofacies in the study area

1—微-泥晶灰岩; 2—含生物屑微-泥晶灰岩; 3—含燧石生物屑泥晶灰岩; 4—泥-亮晶含砂屑生物屑泥晶灰岩; 5—含猛灰岩; 6—含砾生物屑泥晶灰岩; 7—泥-亮晶生物屑灰岩; 8—泥质灰岩; 9—硅质岩; 10—含砾砂岩; 11—含砾灰质砾岩; 12—玄武岩; 13—杏仁状玄武岩; 14—含砾玄武岩; 15—相变线; 16—茅口组第二段燧石灰岩夹硅质岩段; 17—茅口组第一段; 18—茅口组第二段生物屑灰岩段; 19—峨眉山玄武岩组; 20—开阔台地相; 21—台沟相

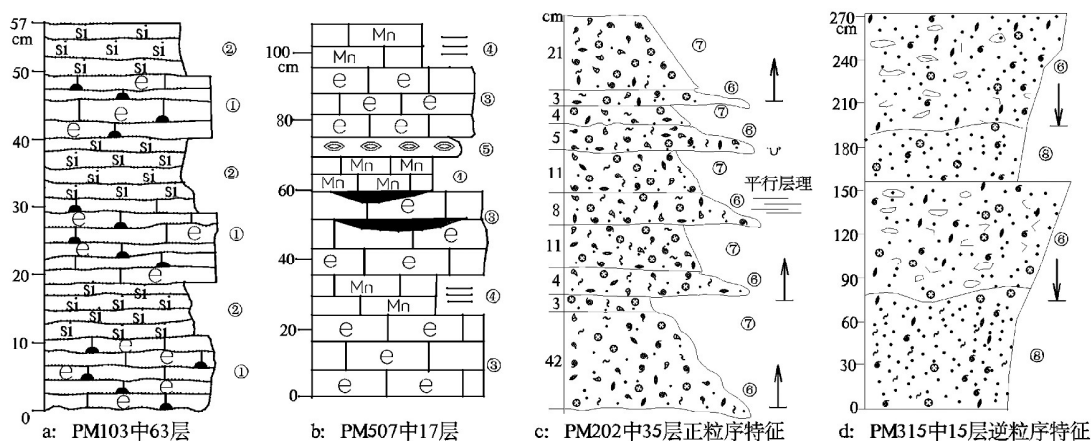


图3 含锰质燧石灰岩段(P_2m^2)与生物屑灰岩段(P_2sh)基本层序

Fig. 3 Basic sequence of manganese-bearing flint limestone section(P_2m^2) and bioclastic limestone section(P_2sh)

①含燧石微-泥晶生物屑灰岩;②硅质岩;③生物屑泥晶灰岩;④含锰灰岩;⑤蜓灰岩;⑥泥晶生物屑灰岩;⑦泥晶砂屑生物屑灰岩;⑧含生物屑泥晶灰岩

生物屑灰岩段(P_2sh):由灰、浅灰色(少量深灰色)厚层块状泥晶生物屑灰岩、亮—泥晶含藻砂屑生物屑灰岩,夹亮—泥晶生物屑灰岩组成,下部常夹少量燧石结核或透镜体。基本层序:c由灰色、浅灰色厚层状泥晶生物屑灰岩与灰色厚层状泥晶砂屑生物屑灰岩组成,向上粒度变细、生物屑含量减少。单个基本层序厚80~125 cm,顶、底界面均为渐变过渡,层面不平整;d由灰色、深灰色厚层块状含生物屑泥晶灰岩与泥晶生物屑灰岩组成互层,单个层序厚120~170 cm,两者之间比例1:1~1:3,具逆粒序。整体形成向上碎屑粒度变粗、水体变浅的层序特征(图3)。富含蜓 *Neomisellina* sp., *N. bijiensis*, *N. brevicylindrica*, *Ya-beinagubleri*, *Kahlerina* sp., *Neoschwagerinacratulifera*, *Ne. haydeni*, *Verbeekina* sp., *Reichlina*, *Sumatrina-fusififormis*; 珊瑚 *Tachylasmaalternatum*, *Ipciphyllum-mipic*, *Paracravenia* sp., *Waagenophyllum*; 腕足类 *Phricodothyrisasiatica*, *Martinia orbicularis* 等(杨绳武等,1981;肖伟民等,1986);在杨梅大山脚、蟠龙发贡一带本段中上部产大量蜓化石,局部为蜓灰岩。

茅口中晚期,大致以坪寨—杨梅—野钟一线为界,南西侧含锰质燧石灰岩段均含氧化锰质灰岩,并含泥质、炭质,风化后多呈黑褐色粘土,夹少量浅色生物屑灰岩透镜体。分布少量锰矿点,在格学一带有中型锰矿床产出;北东侧生物屑灰岩段主要为生物屑微-泥晶灰岩、亮-泥晶颗粒灰岩、含燧石生物屑灰岩建造,偶见或无含锰灰岩产出。

含锰质燧石灰岩段与生物屑灰岩段分布不稳

定(图1、图2)。在普立、鸡场、四格、野钟、果布嘎、米萝、陡箐、箐口一带,含锰质燧石灰岩段整合覆于茅口早期沉积之上,在格学、玉舍、俄脚、苏都、都夏、化乐等地,被上覆生物屑灰岩段整合覆盖;在三家寨、苦李冲、猴场、蟠龙、盐井等地,茅口早期沉积之上未见含锰质燧石灰岩段沉积,生物屑灰岩段与茅口早期沉积整合接触。由此可见,含锰质燧石灰岩段与生物屑灰岩段并非绝对上、下叠覆关系,在部分地区接触关系指示二者为同时异相的产物,其上均被峨眉山玄武岩组假整合覆盖。

3.2 微相特征

通过对12条剖面进行岩相薄片系统研究,以颗粒类型、含量以及胶结物类型作为划分微相类型的主要依据。通过与镶边碳酸盐岩台地的标准微相类型对比(马永生译,2016),总结出六盘水一带茅口中晚期碳酸盐岩5种微相类型:

3.2.1 均质无化石微-泥晶灰岩微相(SMF23)

岩性为微-泥晶灰岩(图4a)、硅质不等晶灰岩,主要分布在含锰质燧石灰岩段中,见于格学、岔河、俄脚、化乐一带,具微-泥晶结构,基本不含生物屑,发育水平层理。岩石成分为微-泥晶级方解石,结晶粒度<0.03 mm,半自形-它形。见少量粉砂级陆源碎屑零散分布。岩性特征反映出水体较深、生物不发育、水动力能量微弱、滞留还原闭塞的沉积环境,一般缓慢沉积在深水台沟中。

3.2.2 有丰富骨针类泥粒灰岩或粒泥灰岩微相(SMF1)

岩性为硅质生物屑微-泥晶灰岩、含硅质微-

泥晶生物屑灰岩、(含泥质)生物屑微-泥晶灰岩、微-泥晶生物屑灰岩、含钙质微-隐晶生物屑硅质岩(图4b),主要分布在含锰质燧石灰岩段中,见于岔河、彭家丫口、发贡、大山脚、箐口一带,岩石由泥晶灰泥、微晶方解石和生物屑组成,具泥晶-微晶结构、生物屑结构,填隙物含量30%~70%,结晶粒度<0.03 mm,微-泥晶级,半自形-它形,粒状晶体,砂级生物屑含量20%~70%,粒度<2.00 mm~0.06 mm,以骨针屑为主,次为薄壳介屑,其它门类少见,保存不甚完整。见少量粒度<0.06 mm~0.004 mm粉砂级陆源碎屑零散分布。岩性组合与生物特征反映出海水较深、水动力能量微弱、滞留还原闭塞的沉积环境。

3.2.3 含丰富底栖有孔虫或藻类的生屑颗粒灰岩微相(SMF18)

岩性为泥晶生物屑灰岩、生物屑泥晶灰岩、泥晶(重结晶)含藻砂屑生物屑灰岩、含藻砂屑含生物屑泥晶灰岩、泥晶蠕屑灰岩、泥晶生物屑藻迹灰岩(图4c-f),主要分布在生物屑灰岩段中,少量分布在含锰质燧石灰岩段中,见于俄脚、大山脚、鸡中顶、发贡、小苗寨、化乐一带,颗粒类型以生物屑为主,藻屑次见或少见。生物屑以有孔虫屑、绿藻屑为主,含量40%~80%,其中蠕屑大小1~4 mm,呈浑圆状、纺锤状,含量30%~60%,次为腕足屑、红藻屑、苔藓虫屑、介形虫屑、介壳屑、珊瑚屑及棘皮屑,多保存不完整,较破碎,含量20%~30%;藻屑总量10%~20%,不均匀分布,粒度<2.00~0.06 mm;为方解石质灰泥在塑-半塑性条件下在沉积盆内破碎、沉积而成;填隙物含量10%~50%,对颗粒起胶结作用。局部视域见泥晶方解石具重结晶现象。根据上述岩性、生物组合特征:当生物屑总体含量小于30%时,反映出海水循环不畅,水动力能量较弱,相对闭塞的沉积环境;生物屑总体含量30%~80%时,反映出水体较为开阔,循环较为流畅,水动力能量弱至中等,为潮下低能的沉积环境。

3.2.4 含亮晶胶结物的包壳生物屑颗粒灰岩微相(SMF11)

岩性为亮-泥晶(重结晶)生物屑灰岩、亮-泥晶(重结晶)含藻屑生物屑灰岩(图4g),主要分布在生物屑灰岩段中,见于俄脚、大山脚、鸡中顶、发贡、化乐一带,岩石具颗粒结构,由生物屑和填隙物等组分组成。生物屑含量50%~70%,粒度<12.00~0.06 mm,属砾砂级生物屑,种类有绿藻、

棘皮、有孔虫、蠕、苔藓虫、腕足、介形虫及管壳生物屑等;其中蠕屑、有孔虫屑、绿藻屑保存相对完整,其他种类较为破碎,部分生物屑具泥晶外套;藻屑含量5%~20%,粒度<2.00~0.06 mm,属砂屑级藻屑,为蓝绿藻及其分泌物粘结方解石质灰泥在塑-半塑性条件下在沉积盆内破碎、沉积而成;填隙物含量5%~35%,成分为方解石,结晶粒度<0.004 mm,泥晶级,半自形-它形,粒状晶体,泥晶方解石具重结晶现象,对生物屑、藻屑起胶结作用(相当于孔隙式胶结)。岩性特征、生物组合反映水体极浅、较为开阔、循环流畅、氧气充足、水动力能量强,为潮下浅水高能的沉积环境。

3.2.5 富含棘皮屑的灰岩微相(SMF12)

岩性为泥晶(重结晶)生物屑灰岩、不等晶生物屑灰岩、泥晶(重结晶)含藻砂屑生物屑灰岩、亮-泥晶生物屑灰岩、亮-泥晶(重结晶)生物屑灰岩(图4h,i),主要分布在生物屑灰岩段中,见于俄脚、大山脚、发贡一带,岩石具泥晶生物屑、生物屑泥晶结构,由生物屑、藻屑和填隙物组分构成。生物屑含量50%~90%,粒度<10.00~0.06 mm,属砾砂级生物屑,以棘皮屑为主,含量20%~70%;其他门类含量10%~30%,保存不完整,较破碎。藻屑含量3%~10%,不均匀分布,粒度<2.00~0.06 mm,属砂屑级藻屑,为蓝绿藻及其分泌物粘结方解石质灰泥在塑-半塑性条件下在沉积盆内破碎、沉积而成;填隙物含量10%~40%,成分为方解石,结晶粒度<0.004 mm,半自形-它形,粒状晶体,对生物屑起胶结作用。根据上述岩性、生物组合特征反映出水体较为开阔,循环较为流畅,水动力能量较强,为潮下带浅水低-高能的沉积环境。

4 沉积相分析

综合生物组合类型、沉积环境水动力条件、磨蚀程度、颗粒定向性、水体循环及剖面地层特征等因素综合分析,将六盘水地区茅口中晚期沉积相划分为半局限台地相、台沟相、开阔台地相、台地边缘砂质浅滩相等4个亚相。其中微相类型SMF23(均质无化石微-泥晶灰岩相)代表台沟相、半局限台地相;SMF1(有丰富骨针类泥粒灰岩或粒泥灰岩)代表台沟相;SMF18(含丰富底栖有孔虫或藻类的生屑颗粒灰岩)代表开阔台地相、半局限台地相;SMF11(含亮晶胶结物的包壳生物屑颗粒灰岩)代表台地边缘砂质浅滩相;SMF12(富

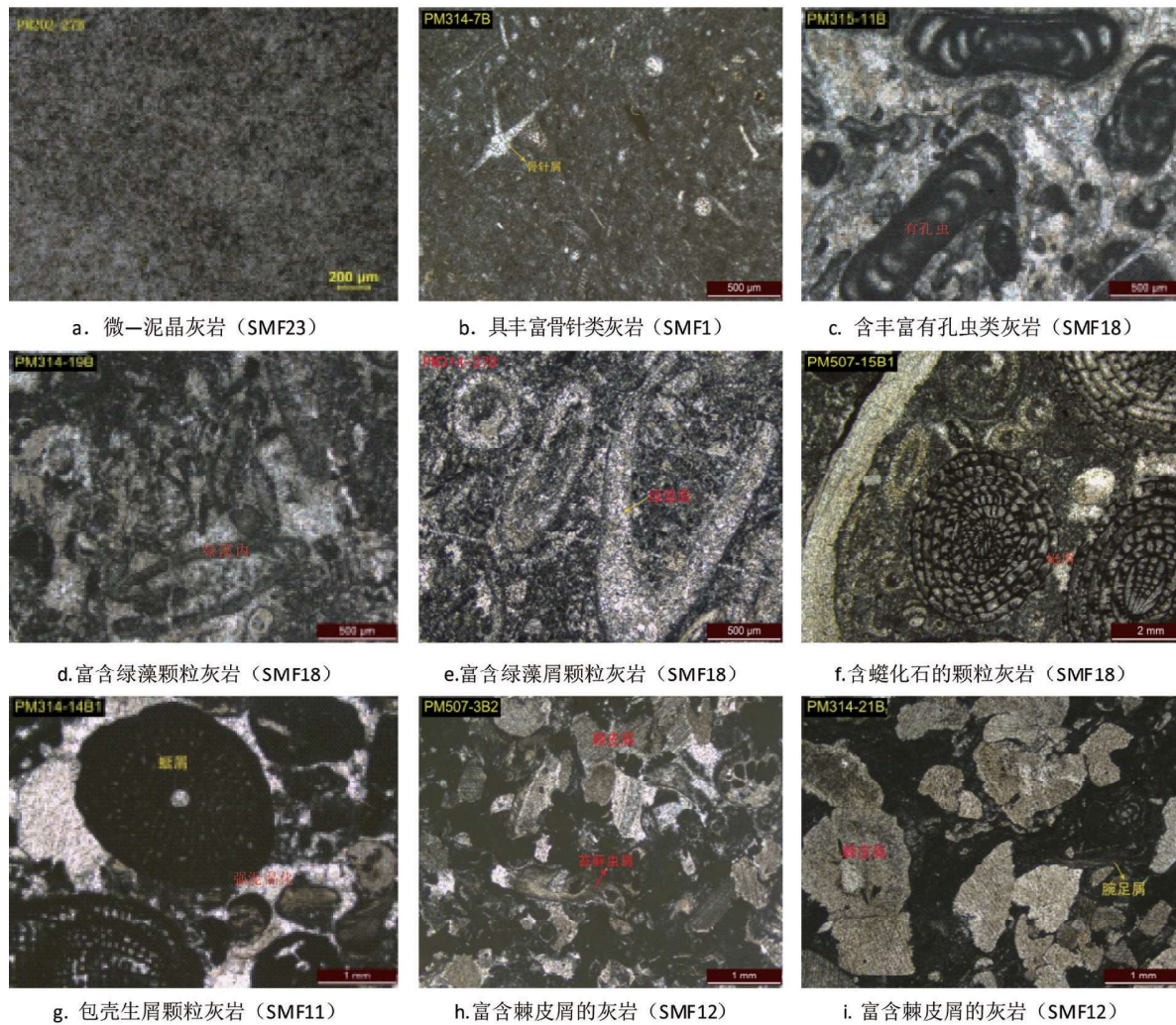


图 4 六盘水地区茅口组中上部岩石显微特征

Fig. 4 Microscopic characteristics of rocks in the middle to upper Maokou Formation in Liupanshui area

含棘皮屑的灰岩)代表开阔台地相、台地边缘砂质浅滩相。

4.1 半局限台地相

半局限台地相通常指海水流通局限、循环不畅、水动力较弱、水体能量较低、生物含量较少,相对闭塞的碳酸盐岩台地环境产物,与开阔海之间通常有滩、礁或岛屿形成的障壁(方朝刚,2018)。在研究区内主要分布于大寨—鸡场—四格一带,微相类型主要为 SMF1、SMF18。其代表岩性为含生物屑微—泥晶灰岩、硅质生物屑微—泥晶灰岩、含硅质微—泥晶生物屑灰岩、泥晶蠕屑灰岩、泥晶生物屑藻迹灰岩、泥晶含藻砂屑生物屑灰岩、含藻砂屑含生物屑泥晶灰岩等。其中生物屑含量 20%~70%,种类以骨针屑为主,次为薄壳介屑,其它门类有腕足屑、有孔虫屑、介形虫屑、双壳屑、棘皮

屑等极其少见,保存不甚完整,不均匀杂乱分布,暗示当时的海平面受潮流作用频繁震荡,代表局限台地中较深水的沉积环境。

4.2 台沟相

台沟相为发育于碳酸盐台地内部的较深水,光照微弱,水动力能量低,还原环境的产物。在研究区内主要分布于普立—都格—杨梅—野钟一带,少部分分布于陡管—马场—化乐—俄脚一带,微相类型为 SMF1、SMF23,岩性为黑、深灰色薄—中厚层硅质不等晶灰岩、微—泥晶灰岩、硅质生物屑微—泥晶灰岩、(含泥质)生物屑微—泥晶灰岩、(含硅质)微—泥晶生物屑灰岩,夹透镜状、似层状硅质岩、含钙质微—隐晶生物屑硅质岩,偶夹少量的钙质粉砂岩、钙质粘土岩,及薄层状微—粉晶含氧化锰质灰岩或锰矿层。岩石发育水平纹层,生物屑

有骨针屑、有孔虫屑、薄壳介屑和棘皮屑等,含量少于30%。岩石中生物含量相对较少,硅质含量较高,表明当时在次深水环境中,海水出现过短暂动荡。

4.3 开阔台地相

开阔台地相为海水流畅、清洁环境条件下的产物。位于潮下浅水低能带浪基面之下,水深几米到几十米不等,盐度和温度同临近海洋相近,水体循环状况良好,有利于各种生物的生长。在研究区内主要分布于平寨-俄脚-阿嘎-蟠龙-猴场一带,少部分分布于格学、都戛、化乐,零星分布于下寨、苏都、苦李冲,微相类型主要为SMF12、SMF18,岩石类型为微-泥晶生物屑灰岩、亮-泥晶含藻砂屑生物屑灰岩、生物屑砂屑微-泥晶灰岩。生物化石种类丰富,有骨针、有孔虫、蠕、绿藻屑、棘皮、苔藓虫、红藻等,含量40%~80%,其中蠕、有孔虫、绿藻保存相对完整,反映了潮下带浪基面以下相对低能的沉积环境。

4.4 台地边缘砂质浅滩相

台地边缘砂质浅滩相是台地边缘相区的一种高能环境产物。处于开阔浅海,没有障壁和广阔潮汐,其沉积作用直接受海洋波浪和潮汐等作用的控制,一般水深5~10 m到高出水面,海水循环良好,盐度正常,氧气充分(陈建强,2004)。在研究区内主要分布于玉舍-盐井-阿嘎-蟠龙-猴场一带,微相类型主要为SMF11、SMF12,岩石类型为泥-亮晶生物屑灰岩、亮-泥晶含藻砂屑生物屑灰岩、生物屑砂屑亮-泥晶灰岩。生物类型丰富,有蠕、有孔虫、绿藻、棘皮、苔藓虫、腕足、介形虫、珊瑚等,含量60%~85%,其中蠕、有孔虫、绿藻保存相对完整,其他种类均较为破碎。

5 古地理格局

岩石微相特征变化直接反映了沉积环境的不同。茅口中晚期碳酸盐岩岩性组合、厚度在横向上、垂向上变化较大,在营盘一带厚度最薄,厚55.6 m,在发贡一带厚度最大,达467 m。普立、都格、大寨、鸡场、营盘、野钟一带,茅口中晚期碳酸盐岩岩性组合主要为硅质不等晶灰岩、(含泥质)微-泥晶灰岩、硅质生物屑微-泥晶灰岩、生物屑

微-泥晶灰岩、(含硅质)微-泥晶生物屑灰岩,夹透镜状、似层状硅质岩、含钙质微-隐晶生物屑硅质岩,偶夹少量的钙质粉砂质粘土岩。普立、下寨、都戛、苦李冲等局部区域夹少量由泥晶生物屑灰岩、亮-泥晶含藻砂屑生物屑灰岩、亮-泥晶生物屑灰岩等岩性组成的透镜体。所含生物屑有骨针、薄壳介屑及少量有孔虫屑(含蠕屑)、绿藻屑,微相类型主要为SMF1、SMF18、SMF23,沉积亚相为半局限台地相、台沟相;平寨、玉舍、盐井、阿嘎、蟠龙、猴场一带,茅口中晚期碳酸盐岩岩性组合主要为(含蠕石)泥晶生物屑灰岩、生物屑泥晶灰岩、蠕石泥晶含藻砂屑生物屑灰岩、亮-泥晶生物屑硅质灰岩、亮-泥晶生物屑灰岩,夹硅质生物屑微-泥晶灰岩及透镜状、似层状硅质岩、含钙质微-隐晶生物屑硅质岩。岩石中所含生物化石丰富,有绿藻、棘皮、有孔虫、蠕、骨针、苔藓虫、腕足、介形虫、珊瑚等,含量40%~80%。微相类型为SMF11、SMF12、SMF18、SMF23,沉积亚相为台沟相、开阔台地相、台地边缘砂质浅滩相;北东侧陡箐-马场-箐口一带,微相类型为SMF1、SMF23,到化乐一带又出现微相类型SMF12、SMF18组合。对比微相类型特征可知南西侧一带水体较深,往北东侧相对变浅,从南西北东由深水台沟相逐渐转变为开阔台地相、台地边缘砂质浅滩相交替演化出现的沉积环境(图5)。

6 结论

(1)茅口中晚期碳酸盐岩可划分为5种沉积微相,分别是均质无化石微-泥晶灰岩(SMF23)、有丰富骨针类的生物屑微-泥晶灰岩(SMF1)、含丰富有孔虫或藻类的颗粒灰岩(SMF18)、包壳生屑颗粒灰岩(SMF11)、富含棘皮屑的灰岩(SMF11)。属于半局限台地相、台沟相、开阔台地相、台地边缘砂质浅滩亚相。

(2)茅口中晚期,在格学、玉舍、俄脚、苏都、都戛、化乐等地,含锰质燧石灰岩段与生物屑灰岩段呈整合接触;在三家寨、苦李冲、猴场、蟠龙、盐井等地,含锰质燧石灰岩段与生物屑灰岩段为同时异相的产物。

(3)通过对贵州省六盘水地区茅口中晚期碳酸盐岩进行地质填图、剖面测制、薄片鉴定、碳酸盐岩微相分析,结合区域地质资料,综合分析认为

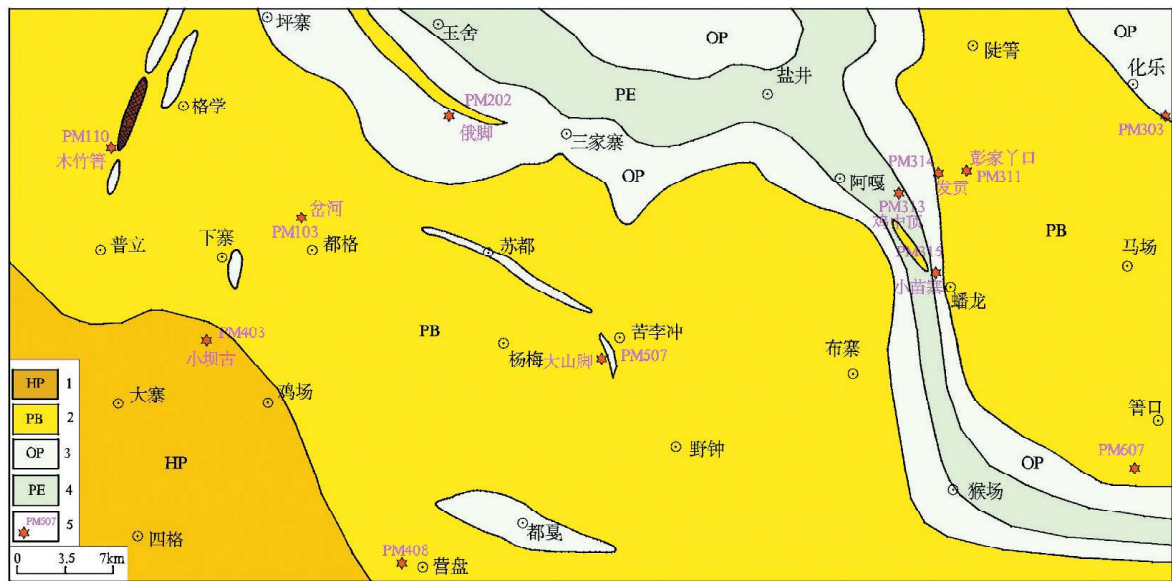


图5 贵州六盘水地区中二叠世茅口组中晚期岩相古地理图

Fig. 5 Lithofacies palaeogeography map of the Mid-Late Middle Permian Maokou formation in Liupanshui area, Guizhou

1—半局限台地相;2—台沟相;3—开阔台地相;4—台地边缘砂质浅滩相;5—剖面位置及编号

茅口中晚期古地理分布格局由南西侧的“台沟”与北东侧“台地”组成。

[参考文献]

陈文一,王立亭,叶念曾,等. 1984. 贵州二早叠世岩相古地理研究[J]. 贵州地质,1(1):9-64.
 陈洪德,曾允孚. 1990. 右江沉积盆地的性质及演化讨论[J]. 岩相古地理,1:28-37.
 陈洪德,曾允孚. 1999. 中国南方二叠纪层序岩相古地理特征及演化[J]. 沉积学报,17(4):510-521.
 陈文一,刘家仁,王中刚. 2003. 贵州峨眉山玄武岩喷发期的岩相古地理研究[J]. 古地理学报,5(1):17-27.
 陈建强,周洪瑞,王训练. 2004. 沉积学及古地理教程[M]. 北京,地质出版社.
 冯曾昭,金振奎,杨玉卿,等. 1994. 滇黔桂地区二叠纪岩相古地理[M]. 北京:地质出版社.
 冯曾昭,杨玉卿,金振奎,等. 1996. 中国南方二叠纪岩相古地理[J]. 沉积学报,14(2):1-11.
 冯曾昭. 1997. 中国南方二叠纪岩相古地理[M]. 石油大学出版社.
 方朝刚,滕龙,郑红军. 2018. 萍乐拗陷丰城地区茅口晚期“破裂台地”型沉积相与层序地层学特征[J]. 云南大学学报(自然科学版),40(5):935-946.
 贵州省108地质队六分队. 1973. 区域地质调查报告. 1:20万水城幅区域地质报告上册.
 贵州省地质矿产局. 1987. 中国区域地质志[M]. 北京:地质出版社.
 贵州省地矿局. 1995. 贵州省岩石地层[M]. 中国地质大学出版社.
 贵州省地质调查院. 2016. 贵州乌蒙山1:5万普立片区区域地质调查报告[R]. 内部资料.

贵州省地质调查院. 2017. 中国区域地质志·贵州志[M]. 北京:地质出版社.
 刘宝珺,许效松. 1994. 贵州南方岩相古地理图集[M]. 北京:科学出版社.
 刘柯. 2017. 贵州遵义-六盘水地区二叠纪茅口中晚期沉积古地理研究,中国地质大学(北京).
 龙家荣. 1985. 贵州茅口河地区的茅口组及其底界[J]. 地质评论,31(5):381-388.
 毛健全,张启厚,顾尚义. 1997. 水城断陷的地质特征及构造演化[J]. 贵州工业大学学报,26(2):1-6.
 马永生主译. 2016. 碳酸盐岩微相(第二版)[M]. 北京:地质出版社,585-648.
 施贵军,杨湘宁,刘家润. 1999. 贵州盘县火铺茅口组微相组合及其沉积环境研究[J]. 高校地质学报,5(4):448-458.
 孙剑. 2018. 贵州大方地区中-晚二叠世地层划分对比[J]. 成都理工大学硕士学位论文.
 王立亭,叶念曾,秦大康,等. 1983. 贵州省早二叠世岩相古地理概论[J]. 中国区域地质,3(1):23-38.
 王立亭,等. 1994. 贵州二叠纪岩相古地理与成矿作用[M]. 北京:地质出版社.
 王尚彦,张慧,彭成龙,等. 2005. 贵州西部古-中生代地层及裂陷槽盆的演化[M]. 北京:地质出版社.
 肖伟民,王洪第,张逸信,等. 1986. 贵州南部早二叠世地层及生物群[M]. 贵州人民出版社.
 杨绳武,肖伟民,王洪第,等. 1981. 贵州栖霞组与茅口组的界线讨论[J]. 地层学杂志,5(2):118-128.
 周喆,喻美艺,王波. 2015. 毕节青场二叠系茅口组中上部碳酸盐岩沉积微相研究与环境分析[J]. 贵州大学学报(自然科学版),32(2):33-38.
 中国地层典编委会. 1996. 中国地层典[M]. 地质出版社.

(下转第359页)

China; 5. Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Guiyang 550004, Guizhou, China; 6. Guizhou Institute of Technology, Guiyang 550004, Guizhou, China)

[**Abstract**] Mainly based on Balang formation occurring in Jiaobang section, Jianhe county, Guizhou province, with lower Bianmachong formation and upper Tsingshutang Formation considered, the research on Cambrian series 4 has been carried out for more than 10 years (since 2010) by the research team led by Zhao Yuan-long, with multidisciplinary knowledge on sequence stratigraphy and Carbon sulfur isotope related. Notable progress has been achieved so far, including the confirmation for 3 trilobites belt and 1 trilobite stratigraphic position and the establishment of 2 acritarch assemblage zones. Additionally, *Oryctocarella duyunensis*, firstly appearing at the bottom of Balang Formation, was identified as the FAD (First appearance datum) for Stage 4. Also, the variation curve of carbon and sulfur isotope is nearly consistent with that of acritarch. And we take other places like North Greenland into comparison. The Balang Formation occurring in Jiaobang section, Jianhe County is taken as the potential Global Stratotype Section and point (GSSP) for Cambrian stage 4. Therefore further research is need to be conducted.

[**Key Words**] Cambrian Stage 4; Global Stratotype Section, Balang Formation in Jiaobang, Trilobite of FAD, Jianhe County in Guizhou

(上接第 367 页)

Microfacies Characteristics and Sedimentary Environment Analysis of Carbonate Rocks in Mid-late Maokou Formation of Permian in Liupanshui Area, Guizhou Province

WANG Wen-ming, PENG Cheng-long, LU Ding-biao, CHEN Jian-shu, XIANG Kun-peng, GONG Gui-yuan, ZHANG De-ming, AN Ya-yun, CHEN Xing

(*Guizhou Geological Survey, Guiyang 550081, Guizhou, China*)

[**Abstract**] Liupanshui area is Maokou formation named area, in the study, it's found that Maokou formation facies differentiation is obvious, at the top of the well can exist, based on simple lithology combination of ancient and biological classification marks have been unable to support research on its internal classification and correlation, sedimentary environment, the demand such as geological prospecting work. In order to solve this problem, it used regional geological survey, profile measurement, rock thin-section analysis, carbonate microfacies classification and correlation, identified the Maokou formation in the region: homogeneous micro - no fossils micrite, have rich spicule biological important - micrite, containing abundant foraminiferal or algae particles of limestone chip, cladding biological granular limestone, rich in limestone of spines dander 5 types of carbonate microfacies. The sedimentary facies in the Mid-Late Maokou stage can be divided into four sub-facies: semi-limited platform facies, platform trench facies, open platform facies and sandy shoal at platform edge. It is concluded that the paleogeographic environment of the Mid-Late Maokou stage in the study area is a sedimentary environment changing from the "platform trench" in the southwest to the "platform" in the east of the north. It provides new data for the lithofacies paleogeographic analysis of the Mid-Late Maokou stage and the internal division of Maokou Formation in the study area and its adjacent area, and for further manganese ore prospecting.

[**Key Words**] Carbonate microfacies; Sedimentary environment; Mid-Late Maokou stage; Liupanshui area