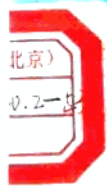


中国海相油气区 地质文集

胡明毅 龚文平 肖传桃 等著



地质出版社

书号	128036
分类号	P618.130.2-53
种次号	008

中国海相油气区地质文集

胡明毅 龚文平 肖传桃 等著

5415/08



石油0122660

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本文集收录了近年来江汉石油学院地质系在我国南方、塔里木盆地和鄂尔多斯盆地等海相沉积区进行油气地质研究所获得的一些成果,共有论文 27 篇。论文应用现代沉积学、构造地质学和石油地质学的新理论,较系统地论述了我国海相地层区沉积相、古地理、地球化学、构造演化和石油地质特征。

本书可供从事地层学、沉积学、石油地质与勘探的科研人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国海相油气区地质文集/胡明毅等著.-北京:地质出版社,1998.9

ISBN 7-116-02626-6

I. 中… II. 胡… III. 海相-油气聚集带-石油天然气地质-中国-文集 IV. P618.130.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 17259 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:江晓庆 白 铁 赵俊磊

责任校对:田建茹

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销
开本:787×1092 1/16 印张:10.125 铜版图:1 页 字数:246 千字
1998 年 9 月北京第一版·1998 年 9 月北京第一次印刷

印数:1~800 册 定价:22.00 元

ISBN 7-116-02626-6

P·1917

(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)

前 言

在我国辽阔的领土和领海内，发育着面积巨大的海相沉积盆地。多年来，对海相油气地质特征的研究一直是国内外石油地质学家和广大石油地质工作者十分关注的课题。

我国海相油气勘探经历了艰苦曲折的历程，今天所取得的某些突破无不隐含着过去的艰辛与困惑。早在 1922 年，美国斯坦福大学地质系主任布莱克维尔德教授（E. Blackwelder）曾说：“中国缺乏石油可归因于三个地质条件，第一，中、新生代没有海相沉积；第二，古生代大部分地层不能生成石油；第三，除西部和西北部某些地区外，几乎所有地质时代的岩石都已遭受强烈的褶皱、断裂，并受火成岩不同程度的侵入”。从 50 年代开始，我国就对南方古生代海相碳酸盐岩开展了大规模的石油地质勘探工作，直到 70 年代末期，才投入了大量的人力和物力，但是除在湖北利川建南构造上发现中小型气田外，一直没有取得重大突破，这极大地影响了人们对海相地层区油气勘探前景的认识。长期以来，我国广大石油地质工作者一直为这一课题所困扰：中国海相地层到底有没有石油，中国海相石油在哪里。

从 80 年代开始，随着我国石油勘探工业的不断发展，新的石油地质学理论及新勘探技术的出现，使人们对海相勘探领域的认识不断加深，终于在海相地层区发现了工业性油气藏，如新疆塔里木盆地古生代海相油气田、鄂尔多斯早古生代海相气田和四川盆地古生代海相气田等，这些发现都说明了我国古生代海相沉积区蕴藏有丰富的油气资源。此外在我国西藏北部羌塘地区发育着面积巨大的中生代海相沉积盆地。上述一切都证明布莱克维尔德教授的预言是错误的，中国古生代和中生代海相沉积区很可能是我国今后油气勘探工作中不可忽视的一个勘探领域。

在认识到我国海相油气勘探前景的同时，我们不能不承认这样一个现实：我国海相油气勘探所取得的突破还仅仅是局部的，在我国南方广大海相地层区的油气勘探还没取得实质性突破，究其原因，一方面是我国南方海相地区油气地质条件极其复杂，另一方面是目前对整个南方油气地质条件还缺乏全面的、历史的、整体的和深刻的认识（冯增昭，1997）。

地质研究与油气勘探相辅相成。每一次地质思维的突破必然会带来油气勘探的重大发现，而这种突破在很大程度上是建立在大量的基础地质工作之上的。要想使我国海相油气勘探取得重大突破，当务之急还是要加强对海相油气区基础地质工作的研究，本书就是抱着这种目的而编撰的。若《中国海相油气区地质文集》一书的出版能对我国海相地层区油气地质条件的研究能起到推动作用，并促使我国海相油气勘探在地质思维和勘探实践上取得全面突破，那么，作者将感到十分欣慰。

本书是根据江汉石油学院近 10 年来在我国南方、新疆塔里木盆地、鄂尔多斯盆地等海相地层区工作的实践经验和科研成果汇编而成的。论文涉及到海相地层区沉积相、构造特征和石油地质综合研究等方面的内容。这些文章从不同的侧面丰富和发展了海相沉积区油

气地质理论，所收入的论文虽然是各自独立成篇，但又彼此密切相关，体现了海相沉积区石油地质综合研究中多学科相互渗透和协作攻关的特点。这些研究成果无论在理论上还是在实践中对海相沉积区的油气勘探，都具有重要的参考意义。

本论文集是我们多年来工作成果的部分总结，由于水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者指正。

作 者
1998. 2

目 录

前 言

湖北随州薛家店灯影期岩相和沉积环境	胡明毅	吴一慧	(1)
新疆巴楚小海子地区石炭系陆源碎屑碳酸盐与硫酸盐混合沉积	肖传桃	胡明毅	崔江利 (8)
中国湖北和美国西部下奥陶统生物礁 J. Keith Rigby Matthew H. Nitecki 朱忠德 刘秉理 姜衍文			(14)
广西凌云孤立台地边缘的马蹄形环礁.....	吴智勇		(20)
湖南石门中寒武统碳酸盐岩潮坪风暴沉积.....	胡明毅	肖传桃	龚文平 (26)
湖北南漳下三叠统嘉陵江组岩石学特征及沉积相	胡明毅	王宝清	肖传桃 龚文平 (31)
华南地区早寒武世三叶虫生物相及其分区.....	肖传桃	胡明毅	吴健辉 (37)
西秦岭若尔盖地区三叠纪生物地层及古生物地理特征.....	肖传桃	胡明毅	吴健辉 (45)
中扬子台地北缘上震旦统斜坡带的发现及找油意义.....		胡明毅	(50)
中扬子台地北缘灯影组去白云岩化作用.....	胡明毅	肖传桃	(53)
塔中地区石炭纪生物地层.....	肖传桃	吴健辉	胡明毅 (56)
西秦岭若尔盖地区三叠纪双壳类.....	肖传桃		崔江利 (61)
沉积过程的不稳定性与地层剖面的不完整性.....		吴智勇	(67)
中扬子台地北缘上震旦统碳酸盐岩中锶的分布特点及环境意义.....	吴一慧	胡明毅	(72)
中扬子台地下奥陶统层序地层及海平面的变化对生物礁的影响	杨 威	朱忠德	肖传桃 (76)
新疆三塘湖盆地基底结构和变形特征.....	龚文平	杨绍芳	(81)
新疆三塘湖盆地的构造演化.....	龚文平	张或丹	(87)
含油气系统——从源岩到圈闭.....		文志刚	(93)
塔中隆起区构造演化与塔中区含油气系统	张尚锋		(101)
阿南凹陷构造演化与含油气系统	张尚锋		(106)
塔西南铁克里克逆冲推覆构造的变形特征	龚文平		(111)
新疆三塘湖盆地遥感地层解译及含油气区块评价	龚文平 龚 铭	黎 兵	(116)
鄂尔多斯中西部地区奥陶系碳酸盐岩有机质丰度研究及烃源岩评价	文志刚	张爱云	(123)
鄂尔多斯盆地奥陶系碳酸盐岩有机质类型剖析	文志刚	张爱云	(128)
晶包有机质的有机地球化学特征	文志刚		(134)
塔里木盆地塔中隆起区石炭系东河砂岩油气藏盖层封堵性探讨	张尚锋		(139)
脂肪酸在油气化学勘探中的作用	文志刚 张尚锋	许晓宏	林九皓 (144)
遥感影像解译在二连油气盆地勘探中的应用	张尚锋		(149)

湖北随州薛家店灯影期岩相和沉积环境

胡明毅 吴一慧

(江汉石油学院 湖北荆州, 434102)

摘 要:中扬子台地北缘随州薛家店灯影组剖面可划分为流水成因的颗粒岩(G_1-G_6),生物化学成因的叠层石粘结岩(S_1-S_3),复成因泥晶白云岩及灰岩(M_1-M_4),重力流成因的滑积岩、碎屑流和浊积岩等四大类 16 种岩相类型。它们组成了潮上-潮间坪上部组合、潮间坪组合、潮下坪组合、台地边缘滩相组合、斜坡相组合、盆地边缘相组合、盆地相组合等 7 种岩相组合。纵向上有规律性地形成了深水斜坡-盆地岩相序列、台地边缘岩相序列和浅水台地岩相序列。

关键词:岩相; 沉积环境; 灯影期; 湖北

第一作者简介:胡明毅,男,33岁,副教授(硕士),石油地质及沉积学。

湖北随州薛家店灯影组剖面位于中扬子台地北缘。该剖面露头良好,岩层单向倾斜,层位连续,延伸稳定。剖面共分 111 层,自下而上分六个岩性段,累积厚 1204.4 m,主要由碳酸盐岩组成,其中一、三、五段为灰岩段,二、四、六段为白云岩段。本文将在岩相研究的基础上,分析该剖面沉积环境的演化规律。

一、岩相类型及特征

岩相,即沉积岩相。众多学者因强调的侧重点不同而歧义频生^[1,2,3]。笔者理解为能反映某些沉积条件的岩石学特征的总合,它隶属于沉积相,并是其主要组成部分。

湖北随州薛家店上震旦统灯影组以发育碳酸盐岩沉积为特征,强烈的白云石化作用使大部分岩石成为白云岩,并呈泥晶、粉晶级序。为正确恢复研究区内灯影期沉积环境,笔者依据岩石的残余结构、构造,恢复了原岩特征,并按其成岩变化前的原因,将其划分为五大类岩相。

(一) 流水成因的颗粒岩岩相类型(G)

岩石的形成受水流性质、强度、搬运、改造、再沉积作用所制约。颗粒主要包括内碎屑、鲕粒、核形石等,主要包括如下 5 种岩相。

1. 亮晶砂屑白云岩(G_1)

主要分布于灯六段(灯影组六段的简称,下同)。岩石呈灰色,中厚层状,由亮晶砂屑和亮晶白云石胶结物组成,含量分别为 70%~75%,25%~30%。砂屑粒径大于 0.3~1 cm,分选中等、磨圆好。砂屑白云岩中可含少量的砾屑、鲕粒和粉屑,其含量小于 5%。野外所见砂屑白云岩中发育大一中型槽状交错层理,底部见冲刷面构造。镜下见长形砂屑在上、下

相邻层中倾向相反,反映出流向相反的双向水流作用的特点。

2. 亮晶含砾砂屑白云岩 (G_2)

分布于灯六段。岩石为灰色,中—厚层状,横向分布不稳定,由颗粒和亮晶白云石胶结物组成。颗粒含量为60%~80%,其中砂屑占40%~70%,砾屑占10%~15%,有时见少量鲕粒状。野外所见砾屑呈叠瓦状或双向叠瓦状排列。

3. 亮晶鲕粒白云岩 (G_3)

分布于灯六段。岩石呈浅灰色,中厚层状。由鲕粒和亮晶白云石胶结物组成。鲕粒粒径0.1~0.4 mm,含量为50%~75%,呈圆形—椭圆形,具同心圈层结构或放射状结构。胶结物多因重结晶作用,世代结构不明显。岩石具大中型槽状交错层理或平行层理。

4. 亮晶核形石白云岩 (G_4)

该岩石仅见于灯六段第99层中,厚度1.5 m,单层厚30~50 cm。核形石含量60%~80%,粒径大小一般在0.5~1 mm,少数可达1~2 mm。颗粒具圈层结构,但形状不规则,亮晶胶结。岩层具大型槽状交错层理及平行层理,层系厚5~12 cm。该岩石在区域上分布稳定,横向可延伸达十几公里。

5. 粉屑粉晶白云岩 (G_5)

分布于灯六段。岩石呈浅灰色,薄层状,少数为页状,颗粒以粉屑为主,偶含细砂层。它一般与泥粉晶白云岩(灰岩)组成薄层或页状互层并显示出潮汐层理,产于潮坪沉积环境。

(二) 生物化学成因叠层石粘结岩岩相类型 (S)

岩石一般具粘结结构,由暗色藻纹层和浅色沉积纹层组成纹层对。纹层对的形态受形成时水动力条件的控制,不同的纹层对形态可反映其形成时的水动力强弱条件。叠层石白云岩可分为下列三种岩相类型。

1. 藻粘结岩 (S_1)

主要分布于灯六段中部,为薄—中层状。它是由蓝绿藻粘结碳酸盐泥及砂屑形成凸起于同期沉积物之上的岩石。矿物成分主要为泥晶、粉晶白云石。因暗色藻纹层十分发育,与浅色层一起成对出现,形成藻粘结岩。

2. 波状叠层石白云岩 (S_2)

该岩相主要分布于灯六段。为灰色,薄—中层状。它由暗色藻纹层和浅色沉积层交替沉积形成,纹层宏观上呈波状起伏延伸,波幅一般为1~5 cm,非对称,波谷宽缓,波峰尖窄。在低倍偏光显微镜下,暗色纹层可见相互平行者,但也可见相互穿插呈不规则的网格状,以隐粒结构居多,斑点结构次之。浅色沉积层纹以微晶、粉晶白云石为主,具水平纹理。

3. 柱状叠层石白云岩 (S_3)

该岩相分布于灯六段,浅灰色,中—厚层状。由暗色藻纹层和浅色沉积层交替形成,宏观上呈圆柱状或穹隆状,不分叉,柱高10~20 cm,纹层内部富含砂屑和粉屑,柱体之间充填砂屑、砾屑。柱状叠层石白云岩一般与砂屑白云岩、亮晶鲕粒白云岩共生表明它形成于水动力条件较强的沉积环境。

上述三种岩相,由 $S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3$,其沉积时水动力条件由弱逐渐加强。

(三) 复成因的岩相类型 (M)

以泥粉晶白云岩和泥粉晶灰岩为主,在剖面中分布广泛。岩石具泥粉晶结构,水平层

理发育,但常因结晶作用发育,从泥晶变为粉晶、细晶,导致水平层理不清晰或消失。根据形成特点不同可分为以下4种岩相。

1. 纹层状泥粉晶白云岩 (M_1)

该岩石以薄至中厚层状为主,具水平层理,可含少量粉屑,单层厚度横向稳定,垂向上可呈数厘米至数米连续出现,常夹薄、中层具交错层理的颗粒粉晶白云(灰)岩,而后者的单层厚度横向也十分稳定。因此该纹层状泥粉晶白云岩形成于开阔台地相的潮下低能环境。

2. 含石膏假晶泥晶白云岩 (M_2)

岩石呈灰色、浅灰色,中、厚层状,具水平纹层,常与藻纹层白云岩(S_1)和波状叠层石白云岩(S_2)互层,石膏呈柱状或板状,但被白云石交代,仅保留其晶形,含量可达5%~6%。它形成于水体极浅、盐度较高的潮上坪沉积环境。

3. 薄板状泥、粉晶白云(灰)岩 (M_3)

该岩相分布于灯一段至灯五段:为大套薄板状泥粉晶白云岩(或灰岩),单层厚度横向极为稳定,水平纹层十分发育,有时偶见准同生滑动变形构造,不与任何具浅水标志的岩石共生,但该类岩石可夹由浊流、碎屑流作用形成的岩石,因此,它一般形成于深水斜坡、盆地边缘及盆地中。

该岩石若出现在深水盆地相或盆地边缘中,由于处在欠补偿的饥饿环境,沉积速率很低,单层厚度为薄至页状、薄板状特征更为明显,毫米级纹层更发育;若靠近台地边缘的斜坡带上部,该岩石单层厚度可为薄至中层状,具水平层理,可出现少量粉屑、单层厚度和纹层厚度均明显增大,但仍显水平层理。

4. 薄互层泥粉晶白云岩 (M_4)

该类岩石最大特点:①是与粉屑粉晶白云岩(灰岩)呈页状或薄层状互层,显示波状或透镜状等潮汐层理,纹层厚通常从不足1~n mm,尽管它们所形成的水体能量很弱,但却有相对较强和较弱的极频繁变化,这与周期性的涨潮—平潮—退潮—停潮作用有关;②该岩石在剖面上常与颗粒白云岩(灰岩)共生,而后者除具各种交错层和底冲刷面外,还显示厚度在横向上极不稳定,具侧向尖灭或呈条带状、透镜状;③该岩石也常与藻叠层白云岩共生,此时泥粉晶白云岩常与粉屑级藻屑白云岩组成页状或薄层互层,上述这些特点反映薄互层泥粉晶白云岩(灰岩)形成于潮间带的潮沟或潮汐坪环境中。

上述各类岩相均是低能环境下的产物,如潮上、潮下低能、斜坡、盆地相等均可出现,因此,其形成环境要靠与其共生的环境意义明确的岩相来确定。

(四)与重力成因有关的滑积岩、碎屑流岩相类型 (B)

1. 孤立滑动岩块 (B_1)

零星分布于灯一段。它是在水平纹层极发育的薄板状灰岩中见有砂级、细砾级乃至直径达65 cm的内碎屑岩块,它截断下伏岩层的纹层,同时造成上覆岩石纹层发生弯曲,它是由大小不等的岩块、砾屑顺坡滑动,在坡度变缓处停留形成的产物。

2. 滑动变形泥晶白云岩 (B_2)

水平纹层发育的泥晶白云岩(M_3),部分岩层遭到准同生滑动,导致原水平纹层发生强烈变形,形成滑动变形揉皱,滑动变形层理严格局限于岩层内部,而与其岩性相同的上下相邻岩层却表现为完好的水平纹层。

3. 碎屑流沉积 (B_3)

主要分布在灯一段中下部,少数在灯二段底部,以深灰色、厚层状为主,累积厚达 14.8 m。主要是在大套薄板状灰岩(白云岩)中见有深灰色厚层状含砾砂屑粉屑白云(质)灰岩,单层厚 15~45 cm,颗粒含量 15%~45%,其中砂屑 10%~25%,细砾屑 5%~20%,颗粒由粉屑粉晶白云岩或白云质灰岩组成,富含石膏假晶泥晶白云岩,藻叠层白云岩等,颗粒无分选、无粒序、颗粒之间为基质支撑,底部与薄板状纹层粉晶灰岩接触时,则具底截切面。

4. 浊流沉积 (B_4)

分布在灯影组下部,灰色、深灰色,中层状—薄层状,由颗粒(粉晶)灰岩和颗粒(粉晶)白云岩组成,横向厚度较稳定,以低密度浊积岩为主。颗粒一般在 10%~35%,少数为 50%~65%,颗粒类型主要为砂屑级泥晶白云岩,部分为细砾屑级,岩层内部不具纹层,但可见正递变粒序层理。由于该区内浊积层发育较快,因此每个浊积层一般上界不明界,但底界一般较完整,可见侵蚀面构造,属鲍马序列的 A 段或 A、B 段沉积。

二、岩相组合及相类型

岩相组合即成因和形成环境都具有密切联系,并且在纵向和横向上相邻或相叠的一组岩相。上述 16 种岩相类型在剖面上呈有规律组合,已鉴别出 6 种组合型式,它们分别构成了湖北随州薛家店晚震旦世灯影期 7 种相类型。

1. 潮上一潮间坪上部组合 (M_1+M_2)

该组合以纹层状泥晶白云岩 (M_1) 沉积为主,偶见含石膏假晶泥晶白云岩沉积 (M_2)。该组合中水平纹层十分发育,可见鸟眼构造、干裂、石膏假晶等,上述特征表明该组合是盐度较高、气候干旱炎热的潮上坪沉积环境的产物(图 1)。

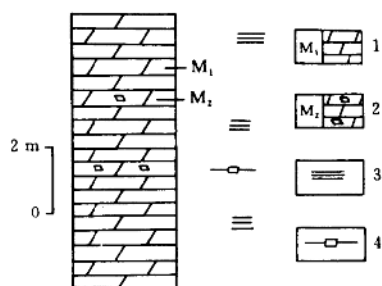


图 1 潮上一潮间坪上部组合

1—泥粉晶白云岩; 2—含石膏假晶泥晶白云岩;
3—水平纹层; 4—鸟眼构造

2. 潮间坪组合 ($M_4+G+S_1+S_2$)

分布于灯六段中上部。它可进一步分为:

① $M_4+G_5+G_1$; ② $G_2+S_1+S_2$ 两个亚组合。

a. 亚组合以薄层—页状泥粉晶白云岩 (M_4) 与颗粒粉晶云岩 (G_1+G_5) 构成薄互层,这种互层的厚度在侧向上比较稳定。在这些互层岩石中,页状单层厚以 1~3 mm 为主,少数不足 1 mm,薄层互层者多在 1~2 cm,它们多组成波状、脉状及透镜状层理。此外,在上、下相邻纹层的颗粒白云岩中,长形砂屑颗粒最大扁平面表现出反向叠瓦状排列的特点。上述特征反映该环境中不仅有水动力强弱的明显变化,而且反映曾经频繁地出现过水流流向相反的状况,这正是潮间带涨潮、退潮,流向相反等

特征的产物(图 2)。

b. 亚组合以中—厚层亮晶含砾砂屑白云岩 G_2 沉积为主,常夹藻粘结岩 (S_1) 和波状叠

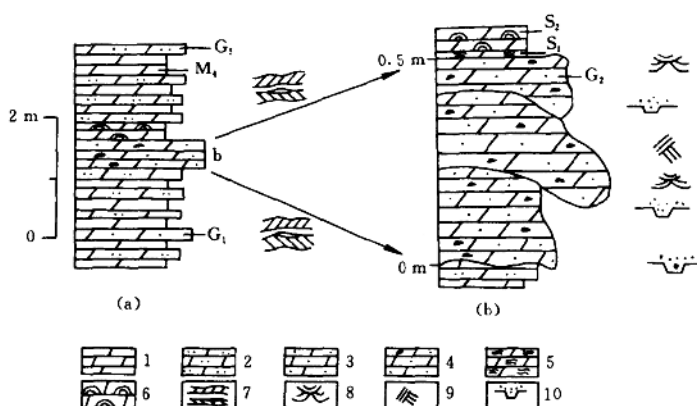


图2 潮间坪组合

1—泥粉晶白云岩；2—粉屑白云岩；3—砂屑白云岩；4—含砾砂屑白云岩；5—藻粘结岩；6—波状叠层石白云岩；7—潮汐层理；8—槽状交错层理；9—楔状交错层理；10—侵蚀面构造

层石白云岩 (S_2)，b 亚相合一段作为夹层出现 a 亚组合中，b 亚组合的连续厚度通常为 0.3~1 m，最大可达 2 m，厚度横向分布不稳定，常具侧向尖灭。含砾砂屑白云岩中具中—大型楔状交错层理，底部具冲刷侵蚀面构造，砾屑含量一般在 10%~20%，砾屑呈长条状，上、下相邻层中的扁平长条形砾屑具明显反向叠瓦排列的特征。在垂向剖面上，含砾砂屑白云岩向上被波状藻叠层石白云岩 (S_2) 和藻粘结岩 (S_1) 取代。藻叠层石白云岩多为中层状，单层厚 30~40 cm，由富藻纹层和富屑纹层交互，纹层以波状为主，上述较粗颗粒岩石组合及沙体侧向尖灭，底部具侵蚀面构造，长形砾屑反向叠瓦排列等特征反映出潮沟沉积特征。

3. 潮下坪岩相组合 ($M_1+G_1+S_3$)

分布于灯六段中上部。该组合分①(M_1+G_3)，②($G_1+G_3+S_3$) 两个亚组合。①亚组合以灰色、浅灰色薄层纹层状粉晶白云岩为主 (M_1) 夹少量薄层粉晶粉屑白云岩 (G_3)，岩层中水平纹层发育，横向延伸稳定，属潮下低能滩间海沉积。②亚组合以灰色中厚层亮晶砂屑白云岩 (G_1) 沉积为主，夹亮晶鲕粒白云岩 (G_3) 和柱状叠层石白云岩 (S_3)，具中—大型槽状交错层理，属潮下高能浅滩沉积。

4. 台地边缘滩相组合 (G_4+G_2)

分布于灯六段中部第 99 层，厚 2.1~2.2 m，主要由浅灰色厚层亮晶核形石白云岩 (G_4) 组成，底部见亮晶含砾砂屑白云岩 (G_2) 与亮晶砂屑白云岩 (G_1) 互层等组成。核形石白云岩单层厚 30~50 cm，具大—中型槽状交错层理和平行层理，层系厚 5~12 cm。核形石颗粒直径一般为 0.5~1 mm，少数可达 1~2 mm，胶结物为亮晶，上述岩性组合反映出高能滩相沉积环境的特点。该岩石组合在工区内厚度十分稳定，可见范围内横向延伸十几公里，下伏层是一套巨厚的深水斜坡和盆地相岩性组合，上覆地层是近 400 m 厚的潮坪环境岩石组合，因此它属于海退层序的台地边缘滩相组合沉积 (图 3)。

5. 斜坡相组合 (M_3+B)

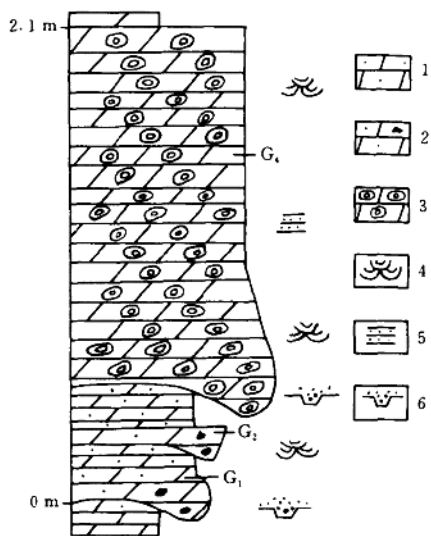


图3 台地边缘滩相组合

1—砂屑白云岩；2—含砾砂屑白云岩；3—核形石白云岩；
4—槽状交错层理；5—平行层理；6—侵蚀面构造

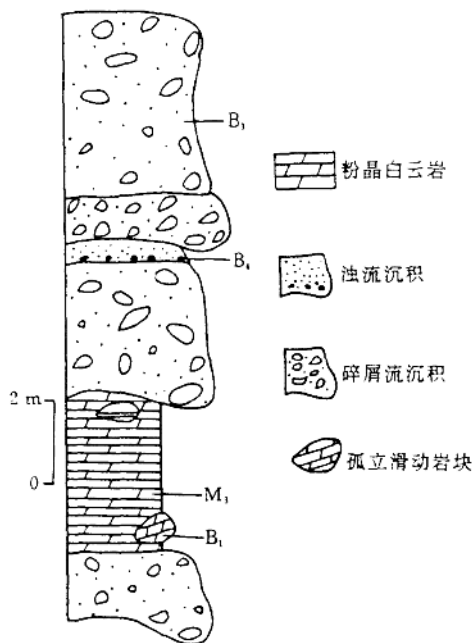


图4 斜坡相沉积组合

分布于灯一段下部、灯四段、灯五段和灯六段下部，主要以薄板状泥、粉晶白云岩 (M_3) 沉积为主，夹重力流沉积 (B)。该组合中薄板状泥、粉晶白云岩 (M_3) 极为发育，为灰色、深灰色，单层厚度仅1~3 cm，横向厚度极为稳定，水平纹层十分发育，见准同生滑动变形构造。该组合中重力流沉积约占10%~12% (图4)，主要分孤立滑动岩块 (B_1)、碎屑流沉积 (B_3) 和浊流沉积 (B_4)。

6. 盆地边缘相组合 (M_3+B_4)

分布于该剖面灯一段上部、灯二段下部、灯三段上部。主要以薄板状纹层灰岩或白云岩 (M_3) 沉积为主，夹灰色中层状浊积灰岩。浊积岩以低密度为显著特点，颗粒含量一般为10%~30%，粒度以粉屑级、细砂屑级为主，少数为细砾屑，成分为粉晶灰岩或泥粉晶白云岩，基质为灰泥或云泥，浊积岩具正粒序层理，底部具侵蚀面构造。

7. 盆地相

主要分布于灯二段上部和灯三段下部。主要由深灰色薄层状粉晶灰 (云) 岩组成 (M_3)。这类岩石具如下特点：①均为薄板状，单层厚度横向十分稳定；②水平纹层十分发育；③岩石颜色均比较深，为含浸染状黄铁矿所致；④岩石中均无任何重力流沉积的夹层，也无任何滑动变形的出现；⑤无任何底流活动形成牵引流沉积构造。上述这些特征反映出它们形成于沉积速率很低的欠补偿的饥饿环境，水介质为还原，地形十分平坦，是重力流

难以达到的深海盆地相。

三、岩相序列及环境演化特征

岩相组合在空间上的分布构成了岩相组合序列,或称岩相序列。根据岩相组合在剖面上分布的特点,可以划分出浅水台地岩相序列、台地边缘相序列和深水斜坡-盆地相序列。

浅水台地相序列主要分布于灯六段中上部,主要由潮上-潮间坪上部、潮间坪、潮下坪等三个岩相组合组成,以发育纹层状白云岩、含石膏假晶白云岩为主要特点,其间夹一些颗粒白云岩、叠层石白云岩等,见石膏假晶、双向交错层理等,显示出潮坪沉积特征。

台地边缘岩相序列主要发育于灯六段中部,由台地边缘滩相组成,以发育浅灰色中-厚层状亮晶核形石灰岩为主要特点,见大型槽状交错层理。

深水斜坡-盆地岩相序列分布于灯一段-灯六段下部,由斜坡相、盆地边缘相和盆地相三个岩相组合组成,以发育暗灰色薄层状粉晶灰(云)岩为主要特点,其间夹一些孤立滑动岩块以及碎屑流和浊流沉积。

纵观湖北随州薛家店晚震旦世灯影期沉积相的演化可以看出,该区自下而上主要由深水斜坡-盆地岩相序列→台地边缘岩相序列→浅水台地岩相序列组成,它们构成了一个比较完整的向上变浅的海退沉积序列。

参 考 文 献

- [1] 赵徽林、吴崇筠,油区岩相古地理,石油工业出版社,1989。
- [2] 杨伟东、关平等,英汉沉积学解释词典,104页,北京大学出版社,1990。
- [3] 朱忠德、胡明毅等,湖南石门灯影期岩相和沉积环境,石油与天然气地质,1993,第4期,261~271。

新疆巴楚小海子地区石炭系陆源碎屑 碳酸盐与硫酸盐混合沉积

肖传桃 胡明毅

崔江利

(江汉石油学院地质系, 湖北荆州市, 434102)

(华北水电学院, 郑州, 450000)

摘 要: 巴楚小海子地区石炭系为一套较典型的陆源碎屑、碳酸盐与硫酸盐混合沉积物, 且主要形成于潮坪-潟湖环境之中。其混合沉积物表现为以下 11 种形式: ①灰岩夹粉砂岩; ②灰岩与页岩互层; ③石膏岩与泥晶灰岩互层; ④石膏岩夹粉砂岩; ⑤石膏岩与泥岩互层; ⑥石膏岩夹粉砂岩、灰岩和白云岩; ⑦粉砂岩、灰岩与石膏岩互层; ⑧陆源碎屑散布于碳酸盐基质之中; ⑨碳酸盐作为碎屑岩的填隙物; ⑩碳酸盐泥与陆源泥混合沉积; ⑪碳酸盐颗粒与陆源砂混合沉积。混合沉积物形成机制分析表明, 本区石炭系混合沉积物严格受气候、海平面变化和物源的控制。

关键词: 陆源碎屑; 碳酸盐; 硫酸盐; 混合沉积; 石炭系; 新疆

第一作者简介: 肖传桃, 男, 33 岁, 副教授 (硕士), 地层学及古生物学。

陆源碎屑、碳酸盐和硫酸盐的混合沉积在文献中报道较少。巴楚小海子地区石炭系具有较典型的上述三种岩类的混合沉积特征, 它们主要形成于较低能的潮坪、潟湖环境体系之中。

一、地层简介

巴楚小海子地区石炭系剖面是伸入塔里木盆地沙漠腹地唯一的露头剖面, 将石炭系划分为巴楚组、卡拉沙依组和喀拉拜勒组。“八五”期间, 我们详细实测了该剖面, 并对其地层单位进行了重新划分和修订^①。以下简述该区石炭纪地层情况。

1. 巴楚组 (新定义)

下段: 底部为灰色薄至中厚层亮晶砂质、砂屑灰岩、泥晶含砂质砂屑灰岩、砾屑灰岩夹白色薄层硬石膏岩与灰质泥岩互层, 其中产牙形刺 *Clydagnathus gilwernensis*, *Pseudopolygnathus dentilineatus*, *Bispathodus aculeatus aculeatus*; 腕足类: *Ptychomaletoechia kinglingensis*, *P. panderi* 等。中一下部为灰绿色薄至中层粉-细砂岩及含灰质泥质粉砂岩。上部为灰白色石膏岩夹灰绿色薄层钙质粉砂岩。厚 73 m。

上段: 下部为灰、灰黄色薄至中层泥晶生屑灰岩。中部为灰色、灰黄色薄层泥晶生屑灰岩为主, 夹多层灰色灰质页岩、粉砂岩、灰质粉砂岩和亮晶砂屑灰岩。上部为灰色薄至中层泥晶生屑灰岩夹亮晶砂屑灰岩, 该段产有牙形刺: *Polygnathodus communis communis*,

① 李罗照等, 1994, 塔里木盆地石炭-二叠纪地层划分与对比 (“八五”国家重点攻关项目报告)。

P. inornatus, *P. inornatus inornatus*, *Bispathodus aculeatus aculeatus*; 腕足类: *Schuchertella guizhouensis*, *Ptychomaletoechia kinlingensis* 以及腹足类、有孔虫等。厚 34 m。与下伏甘木里克组呈整合接触。

2. 卡拉沙依组

主体为大套白色石膏岩, 其中, 在底部与含泥晶灰岩构成互层, 并产牙形刺: *Clydagnathus Cavusformis* 等。在下部与灰绿色粉砂质泥岩构成薄互层, 在上部夹多层为绿色薄层粉砂岩, 灰色薄层泥晶灰岩和灰质云岩。在顶部与灰色薄层灰质粉砂岩、灰色中薄层泥晶灰岩构成薄互层, 厚 316.5 m。

3. 喀拉拜勒组 (新组)^[1]

下部: 以灰色中厚层泥-微晶灰岩为主, 夹有泥晶含粉砂质灰岩和泥晶粉砂质灰岩及灰质页岩, 产少量有孔虫 *Archaeosphaera minima*, 厚 10.5 m。

中部: 以紫红色粉砂质泥岩、紫红色厚层状泥晶灰岩为主, 夹灰白色薄层灰质砂岩、粉砂岩和泥晶砂质灰岩, 其中产筳类: *Fusulinella* cf. *pseudocolaniae*, *F. propecta*; 腕足类: *Choristites planus*, *C.* cf. *mosquensis*, *Neochonetes granulifera* 及珊瑚类: *Bradyphyllum* sp. 等, 厚 4.4 m。

上部: 为灰色中薄层含泥晶灰岩夹砂屑灰岩, 其中产筳类: *Profusulinella* sp. 及牙形刺类: *Idiognathodus delicatus* 等, 厚 3.9 m, 与上覆南闸组呈平行不整合接触。

二、岩石类型及特征

本区石炭系岩石以碳酸盐岩、陆源碎屑岩和硫酸盐岩为主, 它们在地层中的含量依次为 13%, 16% 和 61%。

1. 碳酸盐岩

本区碳酸盐岩在巴楚组、卡拉沙依组和喀拉拜勒组中均有分布, 且以灰岩占绝对优势, 其次为少量白云岩。灰岩中大多混有一定数量的陆源碎屑, 且以砂和粉砂为主。

(1) 灰岩

本区石炭系碳酸盐岩中, 以灰岩占优势, 占碳酸盐含量的 95%, 其主要类型为颗粒灰岩和泥晶灰岩, 以下分述。

① 颗粒灰岩

约占碳酸盐岩含量的 80%, 且见于巴楚组、卡拉沙依组和喀拉拜勒组中, 其颜色呈灰、灰黄、灰黄绿、深灰等。颗粒含量为 25%~60% 不等, 粒间为亮晶方解石或泥晶方解石充填, 灰岩中多混有一定数量的陆源碎屑, 以细砂和粉砂为主, 其成分主要为石英。当陆源碎屑含量大于 50% 时, 岩石过渡为灰质砂岩或灰质粉砂岩。颗粒类型主要为砂屑、粉屑、砾屑和生物屑。

砾屑主要分布于巴楚组底部, 其含量约为 15%, 大小为 1~8 cm, 多为 2~3 cm, 成分为泥晶灰岩, 呈竹叶状或长椭圆形, 其间多为泥晶方解石。

砂屑见于巴楚组、卡拉沙依组底部及喀拉拜勒组中, 含量为 20%~35%, 大小多为 0.5~1.5 cm, 常具泥晶套, 分选和磨圆中等, 其间主要为亮晶方解石充填。

粉屑主要见于巴楚组底部和顶部, 含量为 15%~60%, 分选磨圆均较好, 常具泥晶套,

其间为亮晶方解石充填。

生物屑主要见于巴楚组上部, 含量为 30%~40%, 主要门类有棘皮类、腕足类、双壳类、三叶虫和介形虫等, 分选中等至差, 磨圆差至中等, 其间为泥晶方解石所充填。

除上述颗粒类型外, 其次还含有少量团粒, 由泥晶方解石组成, 见于巴楚组上部, 含量为 5%~15%, 与粉屑共生。

② 泥晶灰岩

约占碳酸盐岩含量的 15%, 见于巴楚组、卡拉沙依组及喀拉拜勒组中, 且有些层段混有一定数量的陆源碎屑, 主要为砂和粉砂, 含量为 10%~30%, 成分为石英, 呈棱角状至次棱角状。

(2) 白云岩

在本区石炭系中含量较少, 仅占碳酸盐岩含量的 5%, 主要见于卡拉沙依组中。主要成分为泥晶—微晶白云石, 并混含有少量泥晶方解石。

2. 硫酸盐岩

该类岩石在本区石炭系中占优势, 占地层含量的 61%, 且主要见于卡拉沙依组中, 其次见于巴楚组中, 本区硫酸盐岩以石膏岩和硬石膏岩形式存在。

硬石膏岩主要见于巴楚组底部, 呈青灰色至灰白色, 较为坚硬, 单层厚约 5~10 cm, 与灰质泥岩呈薄互层, 累计厚约 35~40 cm。

石膏岩主要见于卡拉沙依组和巴楚组中部, 呈白色, 质疏松, 层理不明显, 占硫酸盐岩含量的 98%, 在地层中大套出现。

3. 陆源碎屑岩

本区陆源碎屑岩占地层含量的 16%, 在巴楚组、卡拉沙依组和喀拉拜勒组中均有分布, 且以巴楚组中的含量占优势。其类型主要有砂岩、粉砂岩及泥(页)岩。

(1) 砂岩

主要分布于巴楚组下部, 少量分布于喀拉拜勒组中, 占陆源碎屑岩含量的 30%, 其颜色呈灰、灰绿及灰白色等。砂岩以细砂岩为主, 其次为极细砂岩。其中的碎屑成分以石英为主, 含量为 40%~85%, 其次为岩屑, 含量为 20%~30%, 且以泥岩岩屑为主, 长石含量较少, 为 5%~10%, 以斜长石为主, 次为钾长石。碎屑多呈棱角状至次棱角状, 分选中等至较好。以颗粒支撑为主, 其次为杂基支撑, 填隙物主要以杂基形式出现, 且主要为硅质和泥质, 次为灰质, 局部层段以灰质为主。

(2) 粉砂岩

构成了本区陆源碎屑岩的主体, 占其含量的 60%, 且在巴楚组、卡拉沙依组和喀拉拜勒组中均有分布, 颜色呈灰和灰绿色。进一步可分为粉砂岩、泥质粉砂岩和灰质粉砂岩。粉砂岩中的碎屑成分以石英为主, 含量为 40%~70%, 其次为岩屑和长石。碎屑呈棱角状至次棱角状, 分选较好, 呈颗粒支撑和杂基支撑。填隙物主要为硅质、泥质和灰质。

(3) 泥岩与页岩

占陆源碎屑岩含量的 10%左右, 主要分布于巴楚组和卡拉沙依组中, 少量分布于喀拉拜勒组中, 颜色呈灰、灰绿色和紫红色。其中含有一定量的粉砂。泥(页)岩成分以粘土矿物为主, 含量约 60%~80%, 非粘土矿物主要的方解石和少量石英, 含量分别为 20%~30%和 5%~10%。局部层段灰质含量可达 40%~50%。

三、混合沉积物的类型、特征及其形成机制

本区石炭系陆源碎屑、碳酸盐与硫酸盐混合沉积表现为两大类型 11 种形式(图 1)。近岸沉积区沉积物类型的分布虽然与物源供应有密切关系,但在很大程度上受海平面变化所控制,这一特征在碳酸盐与陆源碎屑混合沉积区表现得更为明显^①。巴楚小海子地区石炭系陆源碎屑、碳酸盐与硫酸盐的混合沉积物的形成,不仅与该区的物源供应情况、海平面变化密切相关,而且与该时期的气候变化关系较大。以下简述本区石炭系陆源碎屑、碳酸盐与硫酸盐的混合沉积物的类型、特征和形成机制。

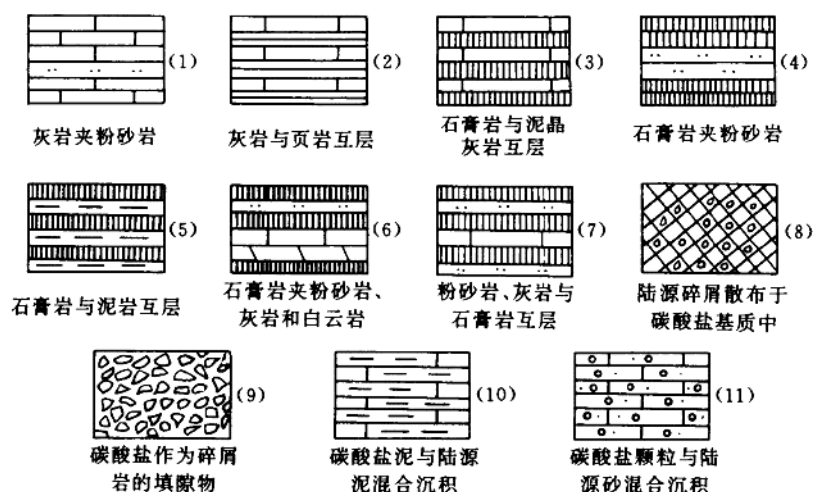


图 1 陆源碎屑、碳酸盐与硫酸盐混合沉积物表现形式

1. 宏观混合沉积物

(1) 灰岩夹粉砂岩

出现于巴楚组上段下部和喀拉拜勒组中部,以泥晶生屑灰岩、泥晶灰岩和砂质灰岩为主,单层厚 5~20 cm。粉砂岩呈夹层形式出现,单层厚 5~10 cm。

该类混合沉积是海平面上升过程中短暂间断所致。灰岩是海平面上升过程中,陆源碎屑受到抑制,在清水环境所形成的产物。而粉砂岩夹层的出现则是在海平面主体上升过程中的短暂间断,由于海平面上升速率的减慢、停止甚至下降,容纳空间增长速率的减慢,甚至小于沉积物的堆积速率,使得清水环境遭到破坏,从而导致了陆源碎屑向盆地的迁入,形成了粉砂岩夹层。

(2) 灰岩与页岩互层

① 肖传桃等, 1997, 新疆阿克苏沙井子地区康克林组碳酸盐与陆源碎屑组合沉积. 新疆石油地质, 18 (2).