

川东南北部石家场长兴组层序-沉积相特征

唐德海¹, 曾婷婷^{1,2}

(1. 中国石化勘探南方分公司, 四川 成都 610041; 2. 成都理工大学, 四川 成都 610059)

摘 要: 川东南北部石家场长兴组发育开阔台地、台地边缘礁滩、台地前缘斜坡相。综合钻井及地震资料, 长兴组划分为 2 个Ⅲ级层序 (SQ1、SQ2), 4 个Ⅳ级层序。长兴组储层主要为礁滩相储层, 位于层序的高水位体系域。长兴组沉积早期, 南部池 A 井一带为储层发育有利区。东北部为台地前缘斜坡沉积, 储层不发育; 长兴组晚期, 北部兴隆 B 井一带, 主要发育生屑滩与暴露浅滩, 为储层发育有利相带。长兴组台缘礁滩从早期~晚期, 具有向陆棚方向叠置增生的特征。储层发育受层序与沉积相带控制明显, 同时受到微地貌变化的影响。

关键词: 长兴组; 层序地层; 沉积相; 生物礁、滩; 川东南

中图分类号: TE111.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051 (2010) 09-0113-05

Characteristic of sequence & sedimentary facies in Shijiachang northern of south-eastern Sichuan

TANG De-hai¹, ZENG Ting-ting^{1,2}

(1. Southern Exploration and Development Division Company of SINOPEC, Chengdou 610041, China;
2. Chengdu University of Technology, Chengdou 610059, China)

Abstract: There're three sedimentary facies in Changxing Formation in Shijia Chang northern of south-eastern Sichuan, including platform slope, platform margin reef flat and open platform. Changxing Formation can be divided into two third-order sequences (SQ1&SQ2) and four fourth-order sequences. The mainly reservoir in Changxing Formation is the reef-bank type which mainly located in the HST unit of the third-order sequence. During early sedimentation of Changxing Formation, it's favorable for the development of the reservoir along Chi A log in the southern part. And during late sedimentation, the bioclastic shoal and the exposed shallow-bank facies develop fast along the XL B log in the north which are the favorable facies for reservoir. Platform margin reef flat in Changxing Formation moves towards shelf and superposed developed. The development of the reservoir is affected by the sequence, sedimentary facies and the changes of the micro-landform.

Key words: Changxing formation; sequence stratigraphy; sedimentary facies; reef and shoal; south-eastern Sichuan

2009 年以来, 川东南北部涪陵区块综合研究发现了长兴组台地边缘礁滩地震异常体。随着石家场岩性圈闭 x1B 井在长兴组钻探取得重大突破, 证实了二叠系台地边缘礁滩相带在该区的展布并具有较大勘探潜力, 拓展了川东南地区的勘探领域。通过对川东南北部地区钻井对比研究, 长兴组主要发育生物礁滩复合体储层^[1], 南、北礁滩储

层非均质性强。加强长兴组层序地层及沉积相特征研究, 对川东南区块下步油气勘探具有重要的理论与实践意义。

1 层序与沉积相划分

1.1 层序划分

以涪陵地区钻井、测井及地震资料为基础, 以层序界面及各体系域的特征、沉积相和相序的纵、横变化为依据, 对本区的层序和体系域进行划分, 将石家场圈闭长兴组划分为 2 个三级层序 (SQ1 和 SQ2)、4 个四级层序。

收稿日期: 2010-04-09

作者简介: 唐德海 (1979-), 男, 助理工程师, 主要从事层序地层与沉积相研究工作。

1.1.1 Ⅲ级层序1 (SQ1)

层序底界为长兴组泥质灰岩与吴家坪组灰黑色泥岩分界,为Ⅱ型层序界面,继承吴家坪组沉积格局,该期不发育海侵体系域。三个短期旋回岩性主要为厚层泥质灰岩、含泥灰岩及燧石结核灰岩。

1.1.2 Ⅲ级层序2 (SQ2)

层序底界面为岩性、岩相转换面,对应岩性为深灰色灰质泥岩;顶界面为暴露侵蚀不整合层序界面,对应岩性为灰色-灰白色含膏白云岩,为

Ⅱ型层序界面^[2]。海侵体系域岩性为深灰色泥质灰岩、燧石结核灰岩及含泥灰岩;高位体系域岩性主要以灰色-灰白色白云岩、灰质白云岩、生屑白云岩为主,为储层发育的有利区。

1.2 沉积相划分及沉积特征

根据钻井岩屑、取心、薄片观察、测井分析与地震解释,结合岩石类型、沉积结构和构造沉积韵律、沉积旋回和岩电组合等资料的综合分析,石家场圈闭长兴组划分为开阔台地相、台地边缘礁滩相与台地前缘斜坡相^[3-5](图1)。

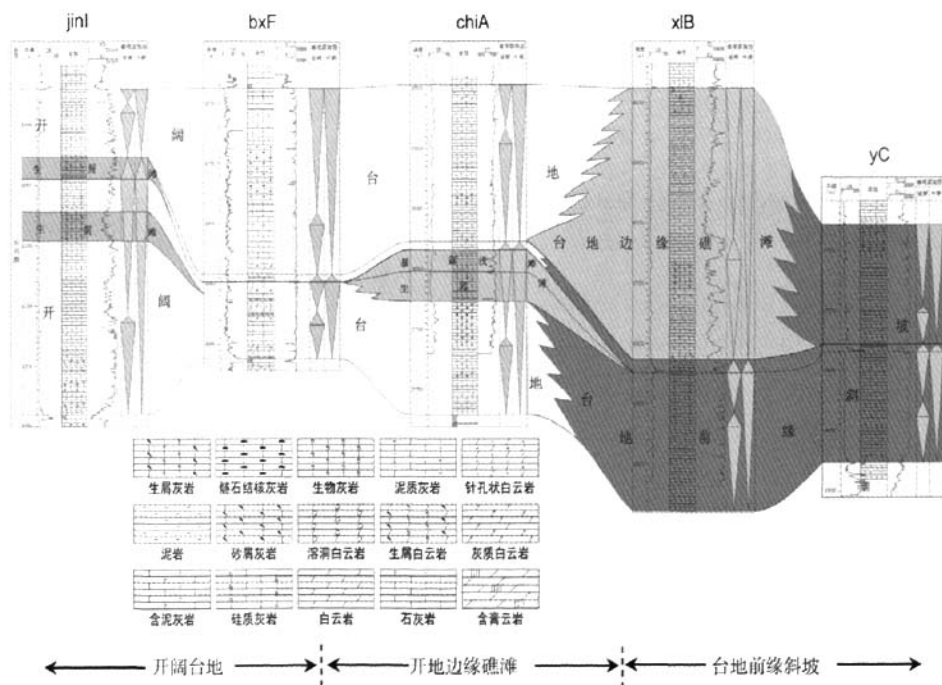


图1 川东南石家场长兴组层序-沉积相对比

1.2.1 开阔台地

开阔台地相位于台地边缘与局限台地之间,水体较浅,水深一般为几米到几十米,与广海连通性较好,水体循环畅通,盐度正常,生物繁盛^[3]。主要发育滩间及生屑滩亚相,由深灰色灰岩、燧石结核灰岩、少量暗红色灰岩及生屑灰岩组成。

1.2.2 台地边缘礁滩

位于开阔台地与台地前缘斜坡之间,水动力作用改造强烈的高能带,是深水沉积和浅水沉积的变换带,是水动力最强的一种沉积环境。海底沉积物受到充分筛选,位于正常浪底和平均海平面之间,以沉积生物礁灰岩和颗粒灰岩为主。发

育暴露浅滩、生屑滩、生物礁及滩间亚相。长兴组生物礁的形成与分布与海侵有关,生屑滩的形成则与海退过程有着密切关系^[6]。

(1) 暴露浅滩亚相多发育长兴组末期,主要沉积灰色-灰白色白云岩、灰质白云岩,多为潮上蒸发环境形成。水体能量较弱,局部因较长时间暴露,水体盐度升高,白云岩中含少量石膏。白云岩被后期溶蚀改造形成大量溶蚀孔洞,成为良好储集层。

(2) 滩间亚相与生屑滩亚相以沉积灰色灰岩、生屑灰岩。铸体薄片观察生屑含量均 $>50\%$,以棘皮屑为主,由于白云石化作用强烈,多为残余生屑。

(3) 长兴组生物礁厚度十几米至几十米，礁与滩共生，生物礁普遍发生白云岩化。造礁生物以海绵为主，石家场圈闭钻遇生物礁，其造礁生物因白云石化作用与重结晶作用强烈，多以生物残余形式存在，无法观察生物礁的骨架及生长方向。

1.2.3 台地前缘斜坡

台地前缘斜坡是陆棚至台地边缘高能带之间的部分，其基底呈一角度向盆地倾斜，斜坡的沉积物来源于浅海和生物，主要有面流和远洋沉积作用、重力流沉积作用，以及各种底流的沉积作用^[7]。

石家场圈闭长兴组早期 (SQ1) 为台地前缘斜坡沉积，岩性主要为深灰色泥质灰岩、含泥灰岩及燧石结核灰岩。该相带在石家场圈闭长兴组早期广泛分布。

1.2.4 陆棚

陆棚相进一步划分为浅水陆棚和深水陆棚亚

相。沉积物以碳酸盐为主，沉积物主要为深灰色、灰黑色薄层状生物泥晶灰岩、泥质泥晶灰岩夹褐色薄层钙质泥岩局部夹末梢浊积岩，属重力流沉积^[8]。石家场地区钻井未揭示陆棚相。

2 沉积相展布与沉积相模式

2.1 沉积相展布

2.1.1 长兴组早期 (SQ1) 沉积相展布特征

在吴家坪晚期斜坡—陆棚沉积背景的基础上，长兴早期 (层序格架 SQ1)，随着海平面逐渐下降，开始出现明显的台地-陆棚沉积分异格局，平面上为西南高，东北低的地势，西南部为开阔台地相沉积，局部发育高能生屑滩，但水体依然较深，储层不发育；中部为台地边缘礁滩沉积，研究区南部在三级层序 SQ1 晚期 (SQ1-2) 高位域发育台地边缘高能生屑滩和暴露浅滩，为长兴组下旋回储层发育储层发育区；东北部为斜坡-浅水陆棚沉积。由台地向斜坡和陆棚相区生屑含量明显较少、灰岩泥质、硅质含量增加 (图 2)。

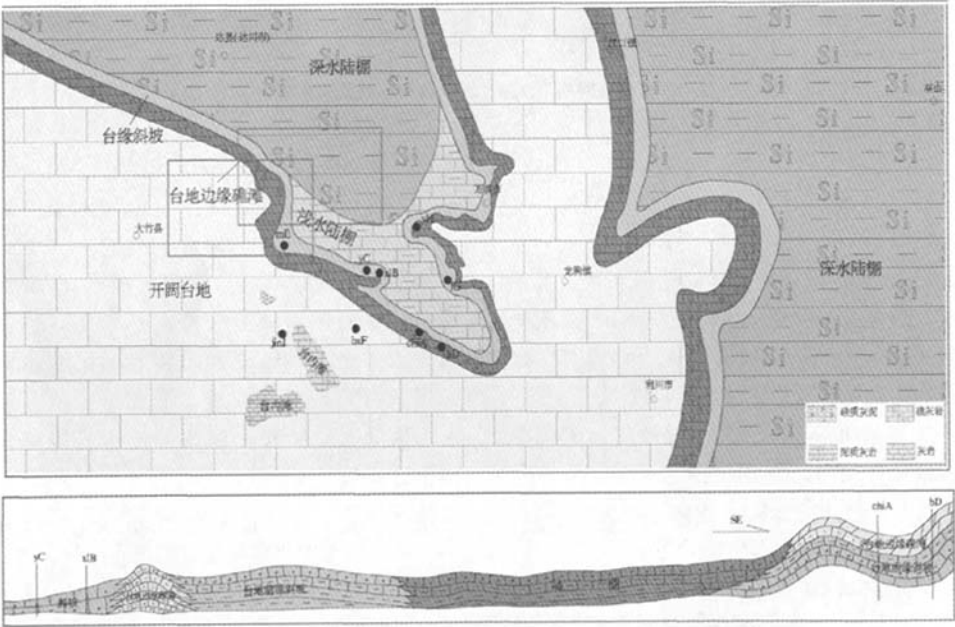


图 2 长兴组早期 (SQ1) 岩相古地理图及沉积模式

2.1.2 长兴组晚期 (SQ2) 沉积相展布特征

在长兴组早期 (层序格架 SQ1) 沉积的基础上，长兴组晚期台地沉积环境更有利生物生长和碳酸盐岩的产出，台地—陆棚沉积分异进一步加强，开阔台地沉积范围进一步扩大。SQ2 早期

(SQ2-1) 和晚期 (SQ2-2) 的高位域为台地边缘礁滩生长的繁盛期，长兴组上部异常体具有向广海迁移的特征^[9]。该沉积时期，北部台缘礁滩相发育迅速，并在一定程度上对南部礁滩产生障壁遮挡效应，导致南部台缘礁滩虽具有一定的继承性，

但储层不甚发育。至长兴组沉积末期，发生大规模海退，随着海平面持续下降，生屑不断加积累

露并大面积白云石化，局部出现萨布哈蒸发环境（图 3）。

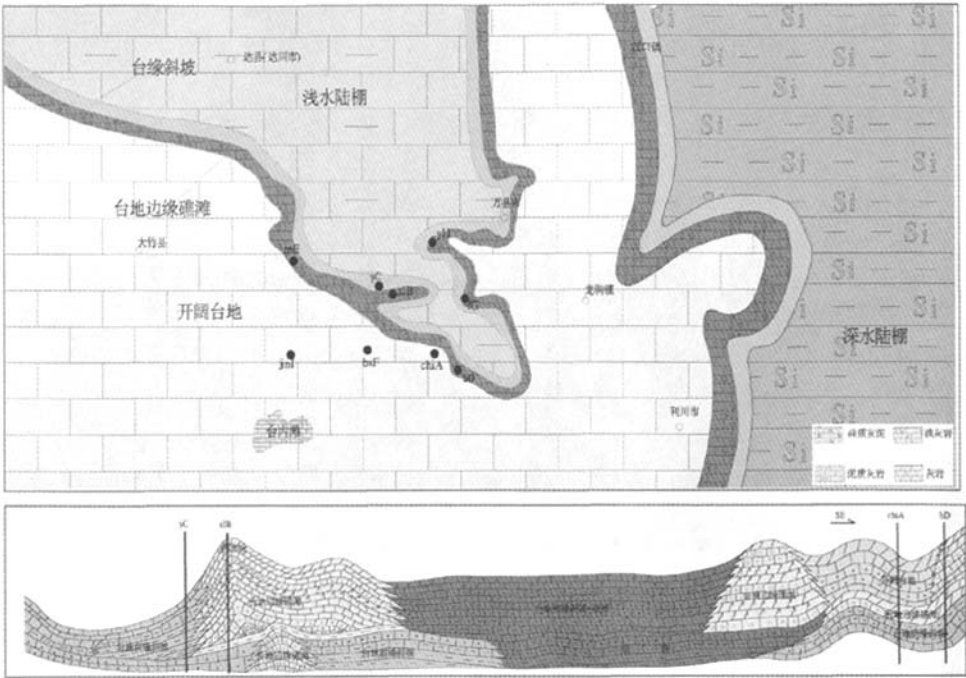


图 3 长兴组晚期 (SQ2) 岩相古地理图及沉积模式

2.2 沉积模式

晚二叠世长兴期，在川东南北部地区整体处于抬升的背景下，古地貌出现分化，长兴组早期东北部受开江-梁平海槽影响，处于深水区，沉积泥质灰岩、硅质灰岩；西南部缓慢抬升，为碳酸盐岩台地沉积环境，局部发育高能台内滩。在台地与陆棚之间发育台地边缘礁滩及斜坡。

长兴晚期经历短期的海侵，之后持续大规模海退，西南部开阔台地沉积范围进一步扩大，台地边缘礁滩相带变窄。东北部受海平面升降影响，台地边缘礁滩发育，向陆棚方向增生。

3 层序-沉积相对储层的影响

优质储层主要形成于有利沉积相带，有利相带为高能水体作用带，主要是台地边缘礁滩相带，台内局部高地也是重要的有利相带。高能水体作用带，易于形成颗粒结构的碳酸盐岩，如砂、砾屑灰岩、鲕粒灰岩等，形成原始粒间孔隙。由于有利相带为相对地貌高，易于露出海平面，发生混合水白云岩化作用或是淡水溶蚀作用，形成大量溶蚀孔洞，如 x1B 井。台地边缘礁滩相带、台内

局部高地相带均为有利储层发育区。

层序地层也与储层发育密切相关。海平面相对下降，既有利于礁滩的发育，同时，滩体多为地貌上的隆起区，沉积表面水体相对较浅，在半倍线海平面频繁升降的影响下，顶部常暴露于水体之上，较长时间接收大气淡水的溶解作用和白云石化的改造，形成较多的晶间溶孔洞。因此，储层发育部位多位于三级层序的高水位体系域。

4 结 论

(1) 川东南北部在长兴组沉积时期，经历 2 次相对较大规模的海平面升降，可划分为 2 个三级层序；石家场圈闭在长兴期整体处于抬升背景，地势东北低，西南高，由西南往北东方向发育开阔台地相、台地边缘礁滩相、台地前缘斜坡相及陆棚相。

(2) SQ1 沉积期，研究区西南部主要发育台地边缘礁滩相，储层发育部位为石家场圈闭南部 chiA 井一带，北部仍处于斜坡-陆棚沉积环境，储层不发育。

(3) SQ2 沉积时期, 开阔台地沉积范围沿东北方向进一步扩大, 早期台缘礁滩相带变窄并向陆棚迁移。北部 x1B 井一带, 由于海平面下降幅度大, 由斜坡演化为台地边缘礁滩相, 并迅速发育, 对早期南部台缘礁滩产生障壁遮挡效应。因此, 该期北部为储层发育有利区, 南部虽然继承早期礁滩沉积, 但储层不甚发育。

(4) 长兴组储层的发育与分布受控于层序-沉积相, 同时微地貌变化对储层发育也产生很大影响。

(5) 长兴组台地边缘礁滩的发育具有纵向叠置增生, 平面上向北部陆棚方向迁移的特征, 且北部晚期礁滩储层较南部早期礁滩储层发育。这一沉积特点, 为研究川东南北部长兴组成藏位置与成藏规模提供理论依据, 同时对川东南北部区块甩开部署以长兴组上、下储层为主探目的层的评价井及预探井, 获得油气勘探新突破具有实际的指导意义。

参考文献

- [1] 马永生, 等. 四川盆地东北部长兴组层序地层与储层分布[J]. 地学前缘, 2005, 12 (3): 180—181.
- [2] 李凤杰, 等. 四川盆地东北地区上二叠统层序地层特征研究[J]. 沉积学报, 2009, 27 (6): 1117—1118.
- [3] 贾振远. 碳酸盐岩沉积学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992.
- [4] 马永生. 碳酸盐岩储层沉积学[M]. 北京: 地质出版社, 1999.
- [5] 牟书令. 中国海相油气勘探理论技术与实践[M]. 北京: 地质出版社, 2009.
- [6] 王兴志, 张帆, 马青, 等. 四川盆地东部晚二叠世—早三叠世飞仙关期礁、滩特征与海平面变化[J]. 沉积学报, 2002, 20 (2): 249—254.
- [7] 段金宝, 程胜辉, 彭劲. 川东北元坝地区飞仙关组层序-沉积相特征[J]. 南方油气, 2009, 21 (2): 7—8.
- [8] 倪新锋, 陈洪德, 田景春, 等. 川东北地区长兴组-飞仙关组沉积格局及成藏控制意义[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28 (4): 458—461.
- [9] 朱祥, 程胜辉, 赵永庆. 黑池梁地区长兴组-飞仙关组沉积相及储层预测[J]. 南方油气, 2009, 21 (2): 1—2.

山特维克矿山工程机械研发中心落户上海

8月24日, 上海世博会瑞典馆, 国际著名的矿山机械设备制造商——山特维克矿山工程机械研发中心成立的序幕正式拉开, 山特维克矿山工程机械总裁拉尔斯·约瑟夫松在揭幕仪式上表示: “该研发中心将致力于结合当地技术的优势, 开发符合中国市场的产品; 并且通过引进山特维克世界先进的工程技术和设计能力, 作为其中国本地生产基地和组装工厂的支持和服务中心。短期内, 该研发中心将发展其工程方面的功能, 并在2010年底开始与其在概念设计方面的功能并行运作。”

山特维克研发工程和质量全球副总裁表示: “研发中心对于山特维克不断增长起着重要作用, 它能够提升产品在市场上的竞争力。这个研发中心最大的优势就是能够提高客户工艺成熟度和生产效率, 所以, 与客户紧密接触和良好沟通是非常重要的。研发中心是为装配中心提供工艺支持的, 同时, 也要为中国客户提供满足其需求的产品。要将已有产品和待开发的产品紧密结合起来, 通过研发中心形成一个产品开发平台。”

山特维克是一家高科技集团公司, 位列世界500强。该集团在金属加工工具、先进的材料科技和矿山工程机械三大业务领域处于世界领先水平, 拥有4.4万名员工, 机构遍布全球130个国家。

作为三大业务领域之一, 山特维克矿山工程机械为广大建设、矿物勘探、矿山开采和散料搬运客户提供全面的服务。其产品线包括凿岩钻具和系统、钻机和凿岩机, 装载和搬运设备, 采矿及隧道钻进设备, 破碎机及筛分机, 输送设备和辅助设备, 散装物料搬运设备, 破碎与拆除工具, 自动化采矿设备。