# 涪陵地区上二叠统长兴组储层特征及有利区带 分布

#### 庞艳荣\*, 胡忠贵#

长江大学沉积盆地研究中心, 湖北 武汉

收稿日期: 2022年2月25日; 录用日期: 2022年3月22日; 发布日期: 2022年3月29日

## 摘要

四川盆地涪陵地区长兴组具有较高的资源潜力,本文主要结合最新钻井资料、薄片分析和野外露头观察, 分析了涪陵地区的储层分布特征和影响储层分布的主要因素,并预测了涪陵地区有利储集区带分布。结 果表明:涪陵地区有利储层主要为台缘带的礁滩储层,主要储层岩石类型为残余生屑白云岩、(残余海绵) 细粉晶白云岩、生屑灰岩、白云质灰岩;主要储集空间类型为以次生孔隙占绝对优势,储集空间以粒间 溶孔、晶间溶孔和溶洞为主,其次为晶间孔、晶模孔,少量裂缝;影响涪陵地区储层分布因素主要为沉 积相带的控制和后期成岩作用的改造;长兴组涪陵地区划分出3个有利储集区,涪陵北部的兴隆1井-兴 隆101井-兴隆3井-福石1井-福石2井区为最有利储集区。

#### 关键词

上二叠统长兴组,涪陵地区,礁滩储层,物性分析,有利储集区带

## Reservoir Distribution Characteristics of the Upper Permian Changxing Formation in the Fuling Area

#### Yanrong Pang\*, Zhonggui Hu#

Sedimentary Basin Research Center, Yangtze University, Wuhan Hubei

Received: Feb. 25<sup>th</sup>, 2022; accepted: Mar. 22<sup>nd</sup>, 2022; published: Mar. 29<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

The Changxing Formation in the Fuling area of the Sichuan Basin has high resource potential. This <sup>\*</sup>第一作者。

#通讯作者。

paper mainly combines the latest drilling data, thin section analysis and field outcrop observations to analyze the reservoir distribution characteristics and the main factors affecting the reservoir distribution in the Fuling area. The results show that the favorable reservoirs in the Fuling area are mainly reef-shoal reservoirs in the platform margin zone, and the main reservoir rock types are residual bioclastic dolomite, (residual sponge) fine powder crystal dolomite, bioclastic limestone, and dolomitic limestone. The main reservoir space type is dominated by secondary pores, and the reservoir space is dominated by intergranular dissolved pores, intercrystalline dissolved pores and dissolved caves, followed by intercrystalline pores, crystal mold pores, and a small number of fractures; it affects the reservoir space in the Fuling area. The main factors of layer distribution are the control of sedimentary facies belt and the transformation of later diagenesis. There are 3 favorable reservoir areas in Changxing Formation Fuling area. The Xinglong 1 well-Xinglong 101 well-Xinglong 3 well-Fushi 1 well-Fushi 2 well in the north of Fuling are the most favorable reservoirs.

#### **Keywords**

Upper Permian Changxing Formation, Fuling Area, Reef-Shoal Reservoir, Physical Property Analysis, Favorable Reservoir Zone

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0). http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

CC ① Open Access

## 1. 前言

四川盆地是重要的含油气盆地,前人已对盆地内的不同地区进行了不同程度勘探[1],在不同层位均 有重大突破,随着普光、铁山坡和卧龙河等大-中油气田的发现,四川盆地的勘探开发进入了白热化阶 段,尤其是长兴组和飞仙关组礁滩储层已成为勘探焦点[2],通过涪陵地区兴隆1井和泰来2井等区内井 位的勘探显示,涪陵地区具有良好的勘探潜力。

长兴组为四川盆地重点勘探层位,前人在沉积相、储层特征和白云岩成因方面都做了大量的研究工 作[3],李毕松(2012)通过对成藏模式的分析发现埋藏白云石化是长兴组储层发育的主要因素[4];黎虹玮 等(2015)以川东涪陵地区二龙口长兴组顶部非礁相地层剖面为例[5],结合宏观微观特征和矿物学特征分 析发现,长兴组顶部有 3~7 cm 厚、垂向分布特征清晰的风化壳,对二叠纪晚期海平面升降有重要意义, 也指出受岩溶改造的非礁相可作为有利储集相带;景小燕等(2021)通过分析元坝地区长兴组生物礁储层可 得储层主要分布于长兴组上段的晚期浅滩和西部的礁盖中[6];杨杰等(2020)利用声波、中子、密度测井 曲线联立方程组,建立新计算模型为碳酸盐岩的储层孔隙度计算提供新方法[7]。

由于涪陵地区矿区界线复杂[8],地震采集资料老旧等问题,结合最新钻井资料和三维地震资料,本 人在前人研究基础上,结合沉积相分布和图,对涪陵地区储层分布进行研究,为深化该地区礁滩勘探提 供地质依据。

## 2. 区域沉积背景

涪陵地区位于四川盆地东南部[9],位于川东弧形高陡构造带上,总体呈北东向发育,断层不发育, 平面上表现为北东向高陡背斜带与宽缓向斜区相间,构造轴线总体向西北方向呈弧形凸出,纵向上表现 为东南翼陡、北西翼缓的不对称向斜(见图 1)。



Figure 1. Location map of regional structure in the Fuling area 图 1. 涪陵地区区域构造位置图

研究区内长兴组薄层状的含生屑泥晶灰岩与下伏龙潭组的泥晶灰岩和页岩分隔呈整合接触[10];上覆 飞仙关组的深灰色含泥或泥质灰岩与长兴组灰色生屑灰质云岩分隔呈不整合接触。长兴组分为长一段和 长二段,长一段早期,区内构造环境较稳定,海平面上升,主要发育碳酸盐缓坡相,随着海平面的持续 上升和构造断裂的影响,形成障壁作用,开始发育碳酸盐台地模式,由海到陆依次发育台地前缘-陆棚 相、台地前缘、开阔台地;到长一段中期,水体环境适应生物发育,开始发育大量大生物礁,在台缘发 育大量台缘滩,台内部分地区发育台内礁滩;到长二段早期,再次发生海侵,生物礁被深水沉积物覆盖, 台缘礁滩面积急速变小,长二段晚期,海平面下降,局部发育一定的台缘礁滩[11]。

#### 3. 长兴组储层特征

#### 3.1. 沉积相与储层分布特征

长兴组 SQ1-TST (海侵体系域)时期, 涪陵地区的构造环境逐步稳定,继承性发育相对深水的台地前 缘斜坡沉积; 伴随着海平面的进一步上升, 在一系列构造断裂作用和海西运动的拉张的影响下, 四川盆 地逐渐形成了渝东台地和川东台地, 开始逐渐转换为镶边型台地沉积模式, 由于海水的不断侵入使得研 究区内的水体变得清洁[12]。

到 SQ1-HST(高位体系域)时期,水体环境变得适于生物的大量发育生长,发育大规模的台缘礁滩,台地内部局部发育台内礁;在长兴组 SQ2-TST 时期,涪陵地区开始经历第 2 次海侵,台缘礁滩体规模开始加速减小,最终在 SQ2-HST 时期水体进一步下降,局部地区发育一定规模的台缘礁滩(见图 2)。

#### 3.2. 储层岩石学特征

涪陵地区长兴组储层主要发育的区域为长一段高位体系域和长二段高位体系域,岩石类型主要为细 粉晶白云岩、云质灰岩、生屑灰岩以及生屑白云岩等(见图 3)。

1) 生屑白云岩: 该类岩石的白云石含量较高,约占90%以上,含各类生屑,主要为有孔虫,受重晶作用形成残余结构,形成0.3 mm~0.5 mm 不规则外形,溶孔内部分被沥青充填,局部发育构造微裂缝, 多未充填,孔隙度约为4.4%~11.9%。



**Figure 2.** Plane distribution map of third-order sequence framework of Changxing Formation in Fuling and adjacent areas 图 2. 涪陵地区长兴组 3 级层序格架内沉积相平面分布



(a) 生物礁云岩,海绵体腔溶洞,兴隆1井,长兴组,4600 m;(b) 粒内晶间溶孔,兴隆1井,长兴组,4600 m,铸体薄片(-);(c) 灰色溶孔细晶白云岩,溶蚀孔洞发育,兴隆101井,7-3/18;(d) 溶孔粉-细晶残余生屑白云岩,晶间(溶)孔,兴隆1井,4599.05 m,铸体薄片(-);(e) 溶孔细晶残余生屑白云岩,晶间溶蚀扩大孔,兴隆1井,长兴组,4605.00 m,铸体薄片(-);(f) 溶蚀粉-细晶残余生屑白云岩,裂缝,兴隆1井,长兴组,4604.43 m,铸体薄片(-)

**Figure 3.** Photos of reservoir space types of Changxing Formation in the Fuling area 图 3. 涪陵地区长兴组储集空间类型照片

2) 细粉晶白云岩: 主要为以海绵为主的造礁生物形成,大小 0.5 cm~5 cm,见少量另腹足类及介形 虫类。白云石化作用不均匀,较强的白云石化中白云石含量可达 90%以上,显示残余结构,溶蚀孔分布 不均,孔隙度分布范围为 3.8%~7.9%。

3) 生屑灰岩及白云质灰岩:局部发生白云石化,主要成分为方解石,泥晶一粉细晶结构,孔隙度分 布范围为 2.1%~7.1%。

#### 3.3. 储集空间类型

储集空间主要以晶间溶孔、溶洞以及粒间溶孔组成的次生孔隙为主,其次为晶模孔、晶间孔和少量 的裂缝[13]。

1) 粒间溶孔

岩心描述表明,此类孔隙空间发育普遍,是长兴组主要的储集类型,粒缘及胶结物被溶蚀而成,呈 不规则港湾状,在成岩期间也有部分溶孔被方解石、石英或黄铁矿充填,使得储集性能降低,溶孔大小 一般为 0.5 mm~2.0 mm,面孔率一般可达 2.0%~5.0%,连通性好,可形成 I、II 类储层。

2) 晶间溶孔

晶间溶孔是涪陵地区长兴组广泛发育的岩石类型,由于晶间孔溶蚀扩大形成,呈不规则的溶蚀边, 主要分布于方解石和白云石晶粒。

3) 溶洞

溶洞在涪陵地区普遍发育,由于海平面的下降,使得岩石处于暴露条件下,发生溶蚀作用,主要发育于成岩早期,可形成孔径 0.2 cm~7 cm 的不规则圆形或椭圆形,未被充填,但在较大的溶洞中也有方解石生长,处于半充填状态。

4) 裂缝

在涪陵地区长兴组取心段可以发现少量裂缝发育,结合镜下薄片观察可以看出,长兴组裂缝主要为构造微裂缝,呈网状分布,基本未被充填,在裂缝的作用下,孔洞连通性较好,有利于涪陵地区储集空间的改善[14]。

#### 3.4. 储层物性特征

通过对储层段 32 个样品统计,长兴组储层孔隙度 1.79%~11.09%,平均值 5.60%,渗透率 0.004 mD~1438 mD,几何平均值为 0.25 mD;结合岩心物性分析,认为长兴组总体表现为中孔、中渗储层。总体上,长兴组孔渗具有较好的正相关性(见图 4),大部分储层渗透率与孔隙度呈指数关系,随着孔隙度的增加,渗透率增大,局部受裂缝影响。综合分析储层以裂缝 - 孔隙型为主[15]。

其中,兴隆1井长兴组储层发育于长兴组上部旋回的高位体系域(长二段),储层段岩性为白云岩、生 屑灰岩、灰岩,储集空间主要为溶蚀孔洞,测井孔隙度 2.9%~10%,平均 5.45%,渗透率 0.011~2.202 mD, 平均值为 0.395 mD (见图 4),以 II 类储层为主[16]。

兴隆 3 井储层长兴组储层也发育于长二段,储层段岩性为灰质白云岩、灰岩、生屑灰岩(含硅),岩心 (14 件样品)孔隙度 1.39%~2.17%,平均 1.6%;渗透率 0.0006~0.9875 mD,平均值 0.14 mD。局部为 III 类差类储集层,多为 IV 类非储集层[17]。

福石 1 井长兴组储层发育于长兴组上旋回的高位体系域,储层段岩性为溶孔白云岩、灰质白云 岩及灰岩、白云质灰岩[18],储集空间主要为溶蚀孔洞、裂缝、晶间孔、晶间溶蚀扩大孔、生物体腔 溶孔,测井孔隙度 2.0%~12.3%,平均 3.7%,渗透率 0.025~88.013 mD,平均值为 6.101 mD,以 III 类储层为主。



**Figure 4.** The relationship between porosity and permeability of Changxing Formation reservoir in the Fuling area 图 4. 涪陵地区长兴组储层孔渗关系图

## 4. 长兴组储层主控因素

#### 4.1. 高能岩相与高能相带对储层的控制作用

建立双 18 井 - 卧 061-1 井 - 卧 98 井 - 卧 102 井 - 梁 3 井 - 福石 1 井 - 兴隆 1 井 - 云安 12 井在长兴 组三级地层序格架下滩相和白云岩储层对比图(见图 5),通过对比研究,为涪陵地区长兴组储层分布预测 提供依据。

通过对比分析发现,受到海平面升降的影响, 涪陵地区有利储层主要为台地边缘地区的礁滩储层, 位于台地边缘的福石 1 井、兴隆 101 井和兴隆 1 井礁滩储层较为丰富,在开阔台地内部的双 18 井、卧 061-1 井和卧 102 井也有台内礁滩发育。通过对涪陵地区储层特征与沉积相带展布分析表明[19], 沉积相 对储层控制作用明显。结合本区岩心分析、测井综合解释及勘探实践表明,台地边缘礁滩属高能环境, 次生孔隙最发育,是长兴组沉积时期最有利的储层发育带。有利沉积相区的沉积物后期经过淡水淋滤作 用,为白云石化奠定了重要基础。

### 4.2. 白云石化作用及溶蚀作用是储层发育关键因素

通过对涪陵地区不同岩石类型进行物性特征分析可知(见表 1),生屑灰岩孔隙度分布在 0.27%~3.52%之间,平均值为 1.36%,渗透率在 0~12.7×10<sup>-3</sup> µm<sup>2</sup>,平均值为 0.32×10<sup>-3</sup> µm<sup>2</sup>;泥晶灰岩孔隙度在 0.16%~4.12% 之间,平均值为 0.56%,渗透率为 0~12.85×10<sup>-3</sup> µm<sup>2</sup>,平均值为 0.22×10<sup>-3</sup> µm<sup>2</sup>;晶粒白云岩的孔隙度为 0.42%~15.38%,平均值为 5.6%,渗透率为 0~518.5×10<sup>-3</sup> µm<sup>2</sup>,平均值为 8.09×10<sup>-3</sup> µm<sup>2</sup>;云质灰岩孔隙度 为 0.34%~21.99%,平均值为 2.98%,渗透率为 0.01~204×10<sup>-3</sup> µm<sup>2</sup>,平均值为 5.42×10<sup>-3</sup> µm<sup>2</sup>;粉晶灰岩孔 隙度为 0.23%~7%,平均值为 1.18%,渗透率为 0~57.9×10<sup>-3</sup> µm<sup>2</sup>,平均值为 0.47×10<sup>-3</sup> µm<sup>2</sup>;生物礁灰岩 孔隙度为 1.4%~6.11%,平均值为 3.56%,渗透率为 0.01~9.41×10<sup>-3</sup> µm<sup>2</sup>,平均值为 0.52×10<sup>-3</sup> µm<sup>2</sup>。

通过以上分析能得出暴露白云石化和溶蚀作用是涪陵地区有利储层形成的主要因素,随着白云石含量的增加,岩石的孔渗性能也会改善,溶蚀作用对长兴组储集空间的改善具有重要作用[20],在岩心和镜下薄片的观察中,我们可以看到经过溶蚀作用的铸模孔、粒间孔、粒内孔、晶间孔、溶洞和溶蚀缝等空间储集类型,经过多期的溶蚀作用[21],孔隙之间的连通性变好,孔渗能力提高。



Figure 5. Shuang 18-Wo 061-1-Wo 98-Wo 102-Liang 3-Fushi 1-Xinglong 101-Xinglong 1-Yun'an 12 Well Changxing Formation

**图 5.** 双 18 - 卧 061-1 - 卧 98 - 卧 102 - 梁 3 - 福石 1 - 兴隆 101 - 兴隆 1 - 云安 12 井长兴组层序地层格架下滩相和 白云岩储层对比图

Table	• 1. Physical properties of different roc	ck types in the Changxing Formation
表 1.	长兴组不同岩石类型物性特征	

也工業刊	孔隙度(%)		渗透率(10 <sup>-3</sup> µm <sup>2</sup> )			
石石天空	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值
生屑灰岩	0.27	3.52	1.36	0	12.7	0.32
泥晶灰岩	0.16	4.12	0.56	0	12.85	0.22
晶粒白云岩	0.42	15.38	5.6	0	518.5	8.09
云质灰岩	0.34	21.99	2.98	0.01	204	5.42
粉晶灰岩	0.23	7	1.18	0	57.9	0.47
生物礁云岩	1.4	6.11	3.56	0.01	9.41	0.52

## 4.3. 储层发育与海平面升降关系

通过涪陵地区沉积相分布图和储层分布图可以看出(见图 2、图 5),海平面的升降对涪陵地区礁滩储 层的发育有重要意义,当海平面下降时,台缘地区处于高能地区,水体深度有利于造礁生物发育,有利 于碳酸盐岩礁滩相的发育,涪陵地区主要经历了两次大的海侵海退过程,可以划分为 SQ1 和 SQ2 两个三 级层序,大致对应长兴组长一段和长二段,由平面图分析可得涪陵地区有利礁滩体储层主要为高位体系 域,即 SQ1-HST 和 SQ2-HST,其中 SQ2-HST 为主要白云岩储层分布区域,在大气淡水淋浴作用下发生 白云石化改造[22],可以形成孔渗较好的储层。

## 5. 长兴组有利储层分布预测

#### 5.1. 涪陵南部地区长兴组有利储集相带分布

在地质研究的基础上,结合地震相特征研究,通过三维地震资料的解释工作,对卧龙河-洋渡溪区 带生物礁滩储层的分布情况进行了地震预测。综合研究表明,除了已经通过钻井证实的卧 061-1-卧 118-双 15 井区以及卧 102-卧 132 井区存在生物礁以外,在大池干井构造带的南端和北段均存在生物礁滩沉 积,且规模相对较大,但目前尚未有钻井钻遇。地震预测的有利区带主要位于研究区的南部和北部,横 跨卧龙河构造带、双龙构造带、苟家场构造带、大池干井构造带以及洋渡溪构造带,地质地震认识的礁 滩绝大多数均分布在有利储层分布区内。

#### 5.2. 涪陵地区长兴组有利储集区带预测

通过统计研究区长兴组测试情况,在涪陵北部的兴隆1井日产51.71万方/天,兴隆101井日产40.18 万方/天;南部的泰来2井日产40.18万方/天,泰来201井日产5.12万方/天。总体上台缘带礁滩储层测 试情况好,而台内礁滩储层也具有一定的产气能力。



**Figure 6.** Predicted distribution map of favorable reservoir zone of Changxing Formation in the Fuling area 图 6. 涪陵地区长兴组有利储集区带分布预测

根据上述分析,可见在涪陵北部研究区台缘礁滩储层和中南部的台内礁滩储层均较发育,但台缘礁 滩具有规模更大、储集性能、产气能力更好的特点。进一步综合长兴组礁滩主要发育时期(长兴组层序 SQ1-HST 和 SQ2-HST)礁滩体分布,参考卧龙河 - 洋渡溪区带有利储层分布图,叠合出涪陵地区长兴组 有利储集区带,综合前面分析结果,大致可以分为三个有利区,其中位于涪陵北部的兴隆 1 - 兴隆 101 -兴隆 3 - 福石 1 - 福石 2 所在区域总体位于台缘带,为最有利储集区带;而中部的泰来 2 - 泰来 201 - 泰 来 202 井区,由于有一定礁滩储层厚度和白云岩分布,且己有较好的生产情况,为较有利储集区带;永 兴 1 - 泰来 6 井一线总体位于台内洼地的南高点,结合中石油在卧龙河和双龙的产气情况(如卧 061-1 井、 卧 118 井、卧 117 井和双 18 井均处于南高点,且测试情况较好),该区域也是潜在的有利储集区带(见图 6)。

#### 6. 结论

 四川盆地涪陵地区有利储层主要为台缘带的礁滩储层,主要储层岩石类型为残余生屑白云岩、(残 余海绵)细粉晶白云岩、生屑灰岩、白云质灰岩;主要储集空间类型为以次生孔隙占绝对优势,储集空间 以粒间溶孔、晶间溶孔和溶洞为主,其次为晶间孔、晶模孔,少量裂缝。

2) 影响涪陵地区储层分布因素主要为沉积相带的控制和后期成岩作用的改造。其中台缘礁滩带由于海平面升降。多次暴露发生白云石化,是最有利的沉积相带,后期成岩作用是改善储集性的关键因素,溶蚀作用和构造破裂作用有利于储层的形成,而压实作用、胶结作用和沥青充填,则使孔隙更致密,不利于储层的形成。

3) 涪陵地区长兴组划分为3个有利储集区带, 涪陵北部的兴隆1井-兴隆101井-兴隆3井-福石 1井-福石2井区为最有利储集区带,中部的泰来2井-泰来201井-泰来202井区为较有利储集区带, 永兴1井-泰来6井区带为潜在的有利储集区带。

#### 基金项目

十三五国家科技重大专项"重点海相层系构造 - 沉积响应与有利储层分布预测"(No. 2016ZX05007002)。

#### 参考文献

- [1] 林雪梅,魏全超,郑晶,等. 川东涪陵地区二叠系长兴组天然气气源分析[J]. 成都理工大学学报, 2020, 47(1): 28-34.
- [2] 庞艳荣, 胡忠贵, 胡明毅, 林可光, 任婕, 左洺滔, 黄宇飞. 四川盆地涪陵地区上二叠统长兴组沉积特征及有利储集区带[J/OL]. 大庆石油地质与开发, 1-11. <u>https://doi.org/10.19597/J.ISSN.1000-3754.202105030</u>, 2022-02-26.
- [3] 范嘉松. 世界碳酸盐岩油气田的储层特征及其成藏的主要控制因素[J]. 石油学报, 2005, 12(3): 23-29.
- [4] 李毕松. 川东南涪陵地区长兴组气藏成藏特点[J]. 天然气技术与经济, 2012, 6(5): 19-22.
- [5] 黎虹玮, 唐浩, 苏成鹏, 陈虹宇, 刘宏, 胡广, 李凌, 谭秀成. 四川盆地东部涪陵地区上二叠统长兴组顶部风化 壳特征及地质意义[J]. 古地理学报, 2015, 17(4): 477-492.
- [6] 景小燕,张小青,高蕾,等.元坝气田长兴组生物礁储层特征及主控因素研究[J].西北地质,2021,54(3): 188-197.
- [7] 杨杰, 颜晓, 任世林, 陈兰. 元坝长兴组储层孔隙度计算方法研究[J]. 石化技术, 2020, 27(12): 108-110.
- [8] 马永生, 蔡勋育, 赵陪荣, 等. 四川盆地大中型天然气田分布特征及勘探方向[J]. 石油学报, 2010, 31(3): 347-354.
- [9] 王勇, 田雪松, 汪建辉. 涪陵地区长兴组成岩作用及其对储层的影响[J]. 科技通报, 2013, 29(7): 19-23.
- [10] 李宇平. 涪陵北部长兴组礁滩相沉积模式与勘探领域[J]. 西南石油大学学报(自然科学版), 2015, 37(4): 29-34.
- [11] 邹玉涛,李让彬,张新. 川东南涪陵地区构造演化与油气成藏关系[J]. 天然气勘探与开发, 2015, 39(1): 9-13.
- [12] 张矿明, 王良军, 段金宝, 等. 重庆涪陵地区台内高能滩特征与天然气富集高产主控因素[J]. 沉积与特提斯地质, 2015, 35(4): 52-59.
- [13] 张新, 梁子锐, 汪建辉. 川东南涪陵地区上二叠统长兴组生物礁特征及分布规律[J]. 海洋地质前沿, 2012, 28(4):

23-29.

- [14] 邓光勇, 唐锰, 等. 云阳-涪陵地区长兴组-飞仙关组沉积相研究[J]. 天然气技术与经济, 2011, 5(6): 14-18.
- [15] 胡忠贵, 胡明毅, 等. 鄂西建南地区长兴组沉积相及生物礁沉积演化模式[J]. 天然气地球科学, 2014, 25(7): 980-990.
- [16] 孙春燕, 胡明毅, 胡忠贵, 等. 四川盆地中三叠统雷口坡组沉积特征及有利储集相带[J]. 石油与天然气地质, 2018, 39(3): 498-512.
- [17] 王晶, 张娟, 潘政屹, 等. 四川盆地二、三叠系礁滩资源潜力分析[J]. 石化技术, 2020, 27(11): 156-158.
- [18] 秦鹏, 胡忠贵, 吴嗣跃, 等. 川东长兴组台缘礁滩相储层纵向非均质性特征及形成机制——以川东宣汉盘龙洞 长兴组剖面为例[J]. 岩石矿物学杂志, 2018, 37(1): 61-74.
- [19] 胡忠贵, 董庆民, 李世临, 等. 川东-渝北地区长兴组-飞仙关组礁滩组合规律及控制因素[J]. 中国石油大学学报 (自然科学版), 2019, 43(3): 25-35.
- [20] 曾臻,陈祖庆,彭嫦姿. 川东南涪陵地区长兴组礁滩储层三维地震识别[J]. 天然气技术与经济, 2012, 6(3): 18-21+77-78.
- [21] 郭川, 李国蓉, 杨盈盈, 等. 川东南涪陵地区长兴组层序地层及沉积相演化特征[J]. 岩性油气藏, 2011, 23(4): 41-47.
- [22] 段金宝, 唐德海, 李让彬. 四川盆地晚二叠世长兴期古海洋台洼与陆棚边缘礁滩对比研究[J]. 海洋学研究, 2016, 34(3): 11-18.