

赤水地区下三叠统嘉陵江组嘉二¹—嘉一段 及嘉五¹亚段沉积相分析

魏祥峰¹ 张廷山¹ 黄世伟² 谢刚平³ 胡东风³ 王明磊¹ 汤兴友⁴

(1.西南石油大学资源与环境学院,四川 成都 610500;2.中国石油大庆油田有限责任公司勘探开发研究院,黑龙江 大庆 163712;3.中国石化南方勘探开发分公司勘探开发研究院,四川 成都 610016;
4.川庆钻探工程公司地球物理山地勘探二队,四川 成都 610225)

摘要:贵州省赤水地区下三叠统嘉陵江组的沉积相属于陆表海碳酸盐台地沉积,本文结合野外露头及井下钻遇情况,划分出了多种沉积相类型,指出滩亚相及云坪微相是本区有利于嘉二¹—嘉一和嘉五¹层段油气储层发育的沉积相带,并以“单因素分析多因素综合作图法”为参考,得出嘉二¹层段的分岩类厚度百分含量分布趋势,在此基础上对嘉二¹—嘉一和嘉五¹层段等储层有利层段的沉积相进行了分析。研究表明,除去宝元构造东南部、五南构造、太9井区及雪1井区外,区内大部分地区嘉二¹—嘉一层段都发育较为储层有利的云坪微相,部分地区同时发育嘉一段顶部的滩亚相。嘉五¹云坪微相的发育情况显示出南东方向较北西方向为好,其中宝元构造中南部最好,旺隆构造次之,雪柏坪构造推测应较好,太和、五南构造较差。台内滩沉积则仅局限于旺隆构造的旺12、旺6井附近。

关键词:沉积相;碳酸盐岩;陆表海台地;嘉二¹—嘉一段;嘉五¹亚段;赤水地区

中图分类号:P588.24*5 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2009)02-0334-10

1 概 况

赤水地区属于贵州省赤水市和习水县(图1),邻接四川盆地川南气田,构造上位于四川盆地川东南拗陷带南部,系川东高陡褶皱带向南帚状延伸与川南长垣坝东西向构造带复合叠加的地区。登记勘探面积3300 km²,20世纪60年代以来已在该区发现构造圈闭19个,钻井57口。

赤水地区嘉陵江组储层是投入勘探开发最早的层位,截至目前,仍是区内最主要的储集层位。近期在邻区蜀南气矿二次勘探中,取得了突破性进展^[1-9],这预示着具有相似地质构造的赤水气田也相应具有较大的勘探潜力。因此,分析嘉陵江组沉积相,对于全面准确地评价嘉陵江组储层^[10,11],揭示储层发育规律,进一步加快嘉陵江组的天然气勘探开发进程和挖潜都具有重要意义。

本区嘉陵江组主要为一套海相碳酸盐岩及蒸发岩沉积,即灰岩、白云岩及膏岩地层^[2],按其岩性由下至上可分为五段。目的层嘉一段(为嘉陵江组第一段简称,嘉一、T_{1j}¹,后同)为灰至深灰色薄至中层灰岩,夹少量泥质灰岩、鲕粒灰岩及生物灰岩;嘉二¹亚段(为嘉陵江组第二段第一亚段简称, T_{1j}²,后同)以深灰色白云岩、鲕粒生物白云岩为主,白云石化作用强;嘉五¹亚段(为嘉陵江组第五段第一亚段简称,后同)以白云质灰岩为主,在赤水地区向东和向南白云质含量增加,如宝元构造以白云岩为主,旺隆为灰质白云岩,在太和及其以西地区主要为灰岩,反映当时凹陷水体东南浅、西北深的特点。

2 沉积相类型及特征

研究区紧邻蜀南地区,嘉陵江组的沉积相与其十分相似,为此笔者在借鉴区内部分相关研究成

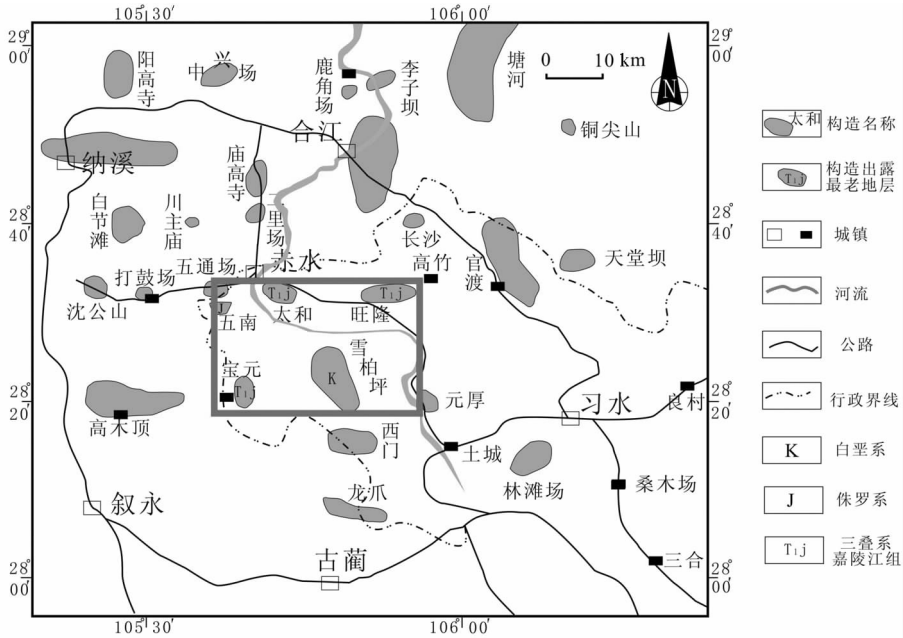


图 1 赤水及邻区地理位置

Fig.1 Geographic position of Chishui and its neighboring areas

果^[12,13]的基础上,再一次根据岩心分析、野外调查及镜下分析,并在充分考虑与沉积环境息息相关的成岩作用(如准同生期白云石化作用与石膏化作用)^[14,15]的情况下,对本区的沉积相类型进行了重新认识与划定,认为研究区大的沉积背景是碳酸盐台地。碳酸盐台地是一个被陆表海所覆盖的、沉积水体很浅、广阔和相对平坦的克拉通地区。但是,由于不同地区沉降幅度和沉降速度不同,地形亦会略有起伏,向海方向,台地以一个平缓的斜坡为界^[16]。其主要沉积相类型见表 1,较为有利的储集岩发育相带为开阔台地相台内滩亚相及局限台地相局限台坪亚相。

2.1 开阔台地相

开阔台地,对应于潮下浅水环境,海水盐度基本

正常,32‰±^[13],循环中等—较好,适于广盐度生物生长繁殖,水体能力一般较低,沉积物以灰泥为主,主要形成各类灰岩。依据其所对应地形和水动力条件的差异可进一步划分为:台内滩、台内洼地 2 个亚相 6 个微相(表 1)。区内的开阔台地相主要发育于嘉一段嘉二段早期及嘉三段(为嘉陵江组第三段简称, T_{1j}³,后同)早中期,如宝 3 井嘉二¹—嘉一层段井深 2040~2060 m 处(图 2),其中白云石化的台内滩亚相中的多种颗粒滩微相为油气有利的储集岩发育相带。

2.1.1 台内滩亚相

台内滩(下文简称滩)指位于浪基面以上的水下隆起,水体浅、氧气充足,盐度、温度正常。它不同于滨岸浅滩及台缘浅滩,发育于台地内部,呈席状,厚

表 1 赤水地区嘉陵江组沉积相划分

Table 1 Depositional facies of Jialingjiang Formation in Chishui

相	亚相	微相
开阔台地	台内滩	鲕粒滩、生屑滩、砂屑滩、灰泥质颗粒滩
	台内洼地	灰质洼地、云灰质洼地
局限台地	台内潟湖	灰质潟湖、云质潟湖、灰云质潟湖、泥云质潟湖
	局限台坪	灰坪、灰云坪、云坪
蒸发台地	蒸发台坪	膏云坪
	萨勃哈	云膏坪、泥膏坪、膏坪、膏池

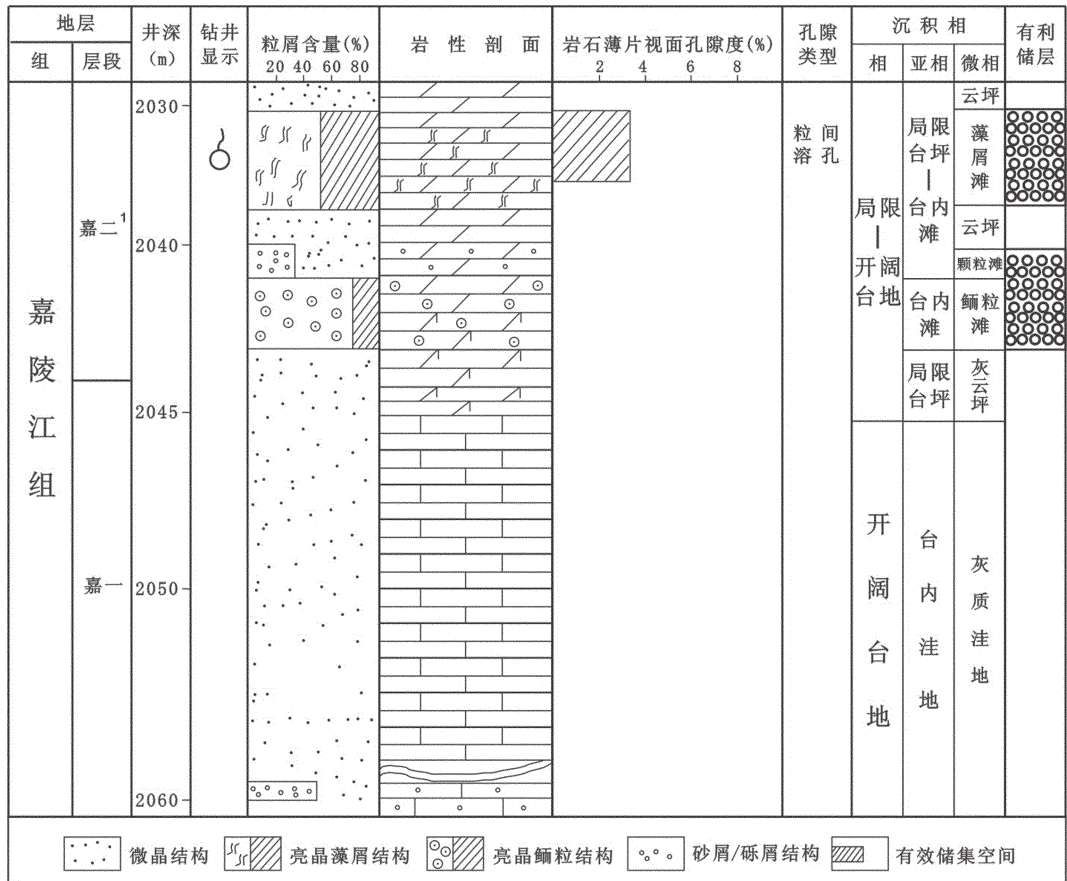


图2 赤水地区宝元构造宝3井嘉二¹—嘉一层段沉积相划分

Fig.2 Division of T_{ij}^{21} - T_{ij}^1 depositional facies for Bao 3 Well of Baoyuan structure in Chishui area

约数米,主要受控于潮汐和波浪作用,发育各种颗粒灰岩,及其白云石化后所形成的颗粒云岩,可见波浪、平行层理与粒序层理。赤水及邻区嘉一段、嘉三段顶部常见到此类沉积,包括鲕粒滩、生屑滩、砂屑滩和砾屑滩,它们是区内嘉陵江组储层发育的主要相带之一(图2)。

(1) 鲕粒滩-砂屑滩微相。泛指台地内不太利于生物繁殖的颗粒滩,由于受波浪作用的不断淘洗,同时在生屑来源缺乏的情况下,通常只形成了大量的鲕粒或砂屑发育而成。主要为浅灰、灰色中-厚层状亮晶鲕粒/砂屑灰岩,发育块状层理,有时为浪成交错层理。

(2) 生屑滩微相。生屑滩形成于较利于生物生长、繁殖的台内滩环境。大量的生物介壳或骨骼在长期的波浪作用之下被不断地打碎、磨蚀与淘洗,磨圆度较好,粒间灰泥所见不多,主要或甚至均由亮晶方

解石胶结。代表岩类为灰色中层状生屑灰岩,生屑多为瓣鳃类、腹足类,少量棘皮类、介形虫、有孔虫等。发育块状层理、粒序层理。

(3) 灰泥质颗粒滩微相。与鲕粒、砂屑、生屑滩相比,灰泥质颗粒滩的地势和水体能量均不如前三种滩高。通常形成于浪基面附近,波浪的淘洗作用不是太强,对颗粒间的灰泥沉积物淘洗不充分,粒间多为灰泥充填。岩石类型以灰、深灰色中-薄层状微晶颗粒灰岩为主,有时夹泥质灰岩、微晶灰岩或亮晶颗粒灰岩等。发育斜层理或块状层理。区内各地都有不同程度发育,一般厚度<1 m,在纵向上往往呈夹层产出。

2.1.2 台内洼地亚相

台内洼地是本区开阔台地的主体。它处于浅滩之间的低洼区,水体的循环较好、能量较低,海水盐度也比较正常,分布范围亦广。沉积物主要为灰泥级的碳酸盐岩,常发育水平纹层理、块状层理,以及生物潜

穴、生物扰动构造和风暴作用形成的冲刷构造等,此外还常夹薄层和 中层颗粒灰岩。根据沉积物的差别,可将台内洼地亚相划分为灰质洼地和云灰质洼地两个微相。区内嘉一段、嘉三段广泛发育该亚相沉积。

2.2 局限台地相

局限台地,指开阔台地与蒸发台地之间宽阔的潮间—潮下区域,主要受潮汐作用的影响,水循环较差,水深零至数米,盐度变化较大,为 35‰~230‰^[3]。受准同生白云石化作用显著,主要发育各种白云岩类沉积。该相可进一步分为台内潟湖、局限台坪 2 个亚相和 7 个微相。区内的局限台地相主要发育于嘉二段、嘉四段(为嘉陵江组第四段简称, T_{4j}⁴)及嘉五段,如宝 6 井 T_{4j}² 层段井深 2295~2308 m 处(图 3),其中局限台坪亚相云坪微相为有利的储集岩发育相带。

2.2.1 台内潟湖亚相

台内潟湖(以下简称潟湖),代表了海平面低、水体浅、能量低,与外海联系很少的沉积环境。沉积物中发育水平层理,生物化石稀少,生物扰动微弱。根据沉积物的不同,主要可划分为:灰云质潟湖、云质潟湖、泥云质潟湖等 4 个微相。区内潟湖亚相主要发育在嘉二¹、嘉四¹、嘉五¹ 等层段。

2.2.2 局限台坪亚相

局限台坪是指平均高潮面与平均低潮面间的一段区域,海水能量低,同时因受涨落潮的影响,会周

期性地暴露于大气中,使沉积物反复遭受海水浸泡、往复冲洗、日晒雨淋和氧化等沉积成岩作用。发育潮汐层理、波痕、干裂及雨痕等构造。根据古地貌和沉积物差异,局限台坪亚相可进一步划分为灰坪、灰云坪、云坪 3 个微相。

(1)灰坪微相。发育在局限台坪下部,水体能量低,虽常有暴露,但因气候正常,盐度不高,多以灰泥沉积为主。代表岩类为灰色中—薄层状微晶灰岩,多发育泥纹,可见生物潜穴、干裂等构造。

(2)灰云坪微相。与灰坪类似,其对应海平面更低或水体更浅的环境,海水循环受限、盐度增大。常受干热气候影响,使大多数原始的灰泥沉积物在准同生期发生了白云石化。主要岩类为浅褐灰色、灰色薄—中层状微晶灰质白云岩。

(3)云坪微相。与灰云坪相比,水体进一步局限,盐度进一步升高,气候也更趋干热。在这样恶劣的环境下,除蓝藻类外,其他生物一般无法生存。灰泥沉积物在准同生期几乎全部发生了白云石化。主要岩类为浅褐灰色、浅灰色薄—中层状(含灰质)微晶白云岩。干裂构造发育。该类沉积多见于嘉二¹、嘉五¹ 等层段,亦是区内嘉陵江组储层发育的主要相带之一(图 3)。

2.3 蒸发台地相

蒸发台地,主要是指位于平均高潮面之上以发

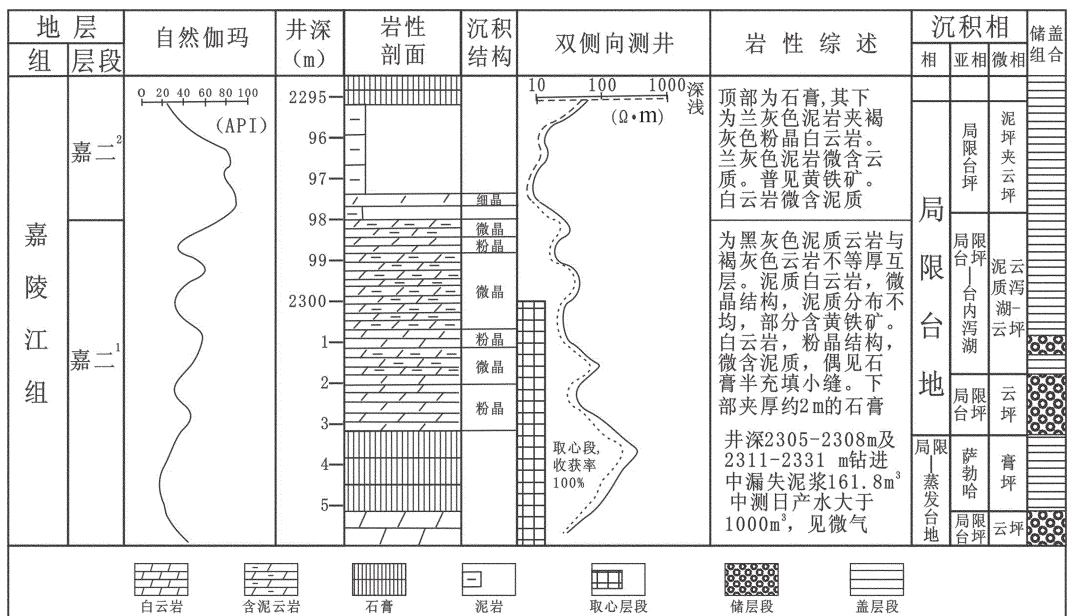


图 3 赤水地区宝 6 井嘉二¹层段沉积相划分

Fig.3 Division of T_{2j1}¹ depositional facies for Bao 6 Well of Baoyuan structure in Chishui area

育蒸发岩类各种石膏类沉积为特征的沉积环境^[10]。它包括了蒸发台坪、萨布哈 2 个亚相及 5 个微相。区内主要发育在嘉四段，蒸发台地相主要为盖层发育相带。

2.3.1 蒸发台坪亚相

蒸发台坪通常发育在正常或稍干热的气候条件下。该亚相在区内仅发育膏云坪 1 个微相类型。膏云坪代表气候干旱炎热,蒸发作用较强,海水的补给主要靠风暴潮或海啸引起的海水泛滥以及由毛细管作用从潟湖或潮间带输送。蒸发作用致使潮上带沉积物粒间海水不断浓缩,使灰质沉积物普遍发生白云石化,进而使得石膏开始沉淀析出。代表性岩类为浅灰-灰色薄层状含膏质白云岩、膏质白云岩以及部分溶塌角砾岩(由同沉积石膏溶解作用所形成)。

2.3.2 萨勃哈亚相

萨勃哈(Sabkha),在阿拉伯语中是指“被盐浸透”的意思,原指阿拉伯半岛波斯湾滨岸的一片荒芜低平的盐碱地,后来泛指干旱气候的潮上带的盐坪、盐沼和盐碱滩。其代表岩类为各种石膏类沉积以及部分溶塌角砾岩(由准同生-浅埋藏阶段石膏溶解作用所形成),可划分出云膏坪、泥膏坪、膏池、膏坪等微相。

3 沉积相展布特征

3.1 嘉二¹—嘉一层段沉积相展布

从赤水及邻区的嘉二¹—嘉一层段的沉积相粗略对比情况来看(图 4):局限台地(泥)云坪微相沉积集中在 T_{j1}^1 ,且整体上向东发育情况变好,向西则相变为开阔台地台内洼地亚相沉积,兴文古宋剖面为台内滩亚相。嘉一段总体上为开阔台地台内洼地亚相沉积,并以灰质洼地为主,古宋、太 17 井、宝 3 井、温水等剖面的台内滩亚相沉积亦较多,主要集中在嘉一段顶部 50 m 范围内,可能与嘉一段沉积期末期的海退背景有关,应属于海退型滩^[17-19]。在研究区以东古宋、以西温水以及以南的德跃关滩亚相沉积发育的层数有增多之势,这与它们相对远离泸州古隆起,水体受限程度较低、而能量较强有关。其中滩亚相及云坪微相是碳酸盐岩储层发育的有利相带。

从上面分析得知,储层发育的有利相带主要集中在嘉二¹至嘉一层段顶部 50 m 范围内。鉴于此,在对比了区内十多条钻井地质剖面相关层段的沉积相划分特征的基础上,笔者专门编制了研究区嘉二¹—嘉一层段顶部的沉积相划分与对比图(图 5),以分

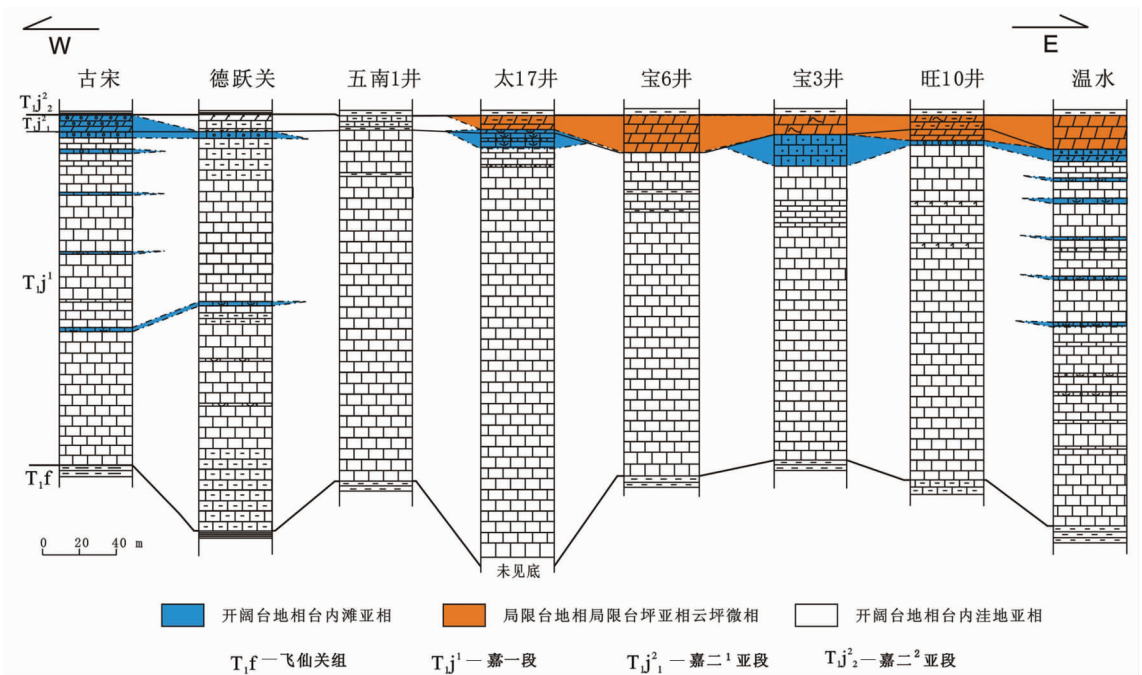


图 4 赤水及邻区嘉二¹—嘉一层段沉积相柱状对比略图

(据钟国初等,1995;修改)

Fig.4 Stratigraphic correlation of T_{j1}^2 - T_{j1}^1 depositional facies in Chishui and its neighboring areas (modified after Zhong Guochu et al.,1995)

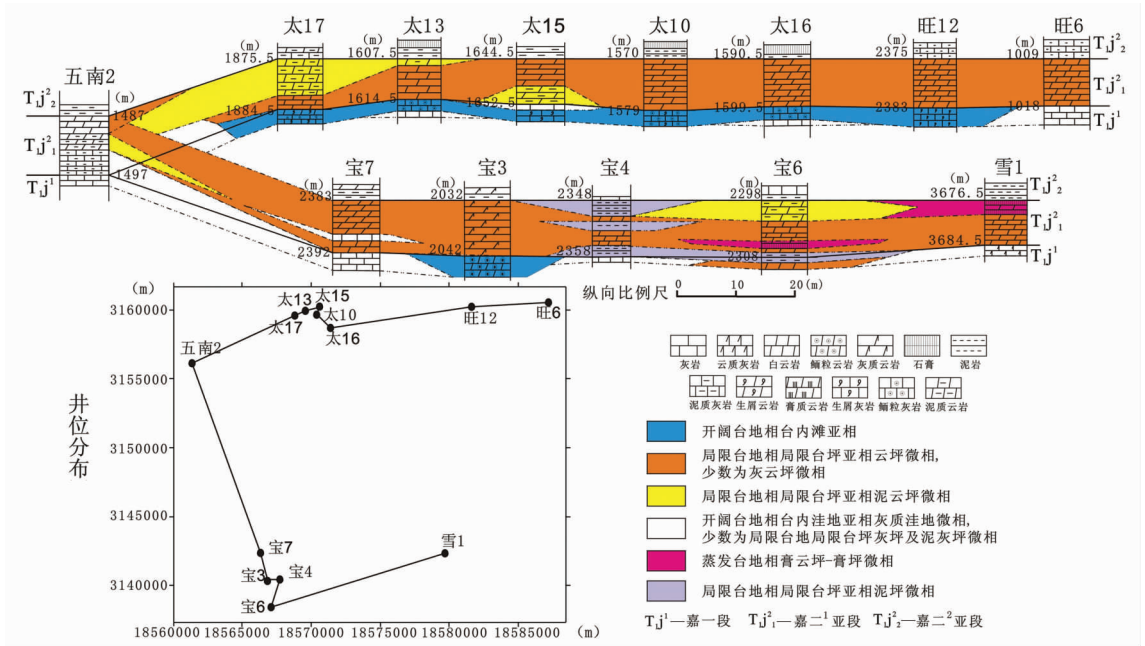


图 5 赤水地区嘉二¹—嘉一段顶部沉积相划分柱状对比图

Fig.5 Stratigraphic correlation of depositional facies from Tj₁² to the top of Tj₁¹ in Chishui area

析有利储集相带的发育及分布情况。分析结果表明，嘉一段顶部的开阔台地台内滩亚相在太和构造发育最好，旺隆构造次之（见于旺 10、旺 12 井），宝元构造仅见于宝 3 井。五南和雪柏坪构造都未钻遇滩亚相沉积，而以低能的开阔台地灰质洼地沉积为主。嘉二¹的云坪微相（少数深色白云岩可能属云质瀉湖微相）沉积在旺隆构造相对发育，在太和构造的太 17、太 15 及太 13 井均有不同程度的相变，由泥云坪沉积取代。在宝元构造宝 6、4 井部分层段则相变为泥—泥云坪微相，宝 6 井下部甚至发育蒸发台地膏云坪—膏坪微相沉积。雪柏坪构造雪 1 井嘉二¹中下部为云坪沉积，上部变为膏云坪—膏坪微相沉积。而五南构造灰质洼地与泥云—云坪微相发育情况相当（图 4~5）。沉积相在纵向上的演变反映的是区域上较大范围内古构造活动、海平面升降及气候变迁的综合作用，而沉积相带在横向上的相变则主要受控于局部古地貌条件及与之相对应的海水盐度、清洁度、深度和循环性。

以“单因素分析多因素综合作图法”^[20]为参考，在根据录井岩性剖面统计了区内所搜集到的各井主要岩石类型的厚度百分含量后，笔者编制了嘉二¹层段的分岩类厚度百分含量等值线图（图 6-A,B），并在此基础上勾绘了嘉二¹层段的沉积相平面展布

图（图 6-C）。由于各井嘉一段多以微晶灰岩类为主，故未对其进行分岩类百分含量统计，也未绘制沉积相平面展布图。考虑到其顶部发育的颗粒碳酸盐岩往往是有利储层的指向，在此仍对其进行了评价，图 6-C 中的滩亚相分布区即对应嘉一段顶部的颗粒碳酸盐岩发育区。从图中不难看出，除去宝元构造东南部、五南构造、太 9 井区及雪 1 井区外，大部分地区都发育较为有利的云坪微相，旺隆西部—太和东部地区及宝 3 井附近更是叠加了嘉一段顶部的滩亚相。

综上所述，嘉二¹—嘉一层段有利储集相带的分布特征为：太和构造东部—旺隆构造西部（太 9 井附近除外）和宝元构造宝 3 井附近等地区最好，宝元构造东南部、五南构造及雪柏坪构造雪 1 井附近等地区较不利，区内其他地区较有利。

3.2 嘉五¹沉积相展布

为探讨有利储集相带的发育及分布情况，笔者根据区内十几条钻井地质剖面相关层段的沉积相划分与特征对比，还编制了研究区嘉五¹层段的沉积相划分与对比图（图 7），分析结果表明，嘉五¹层段的与嘉二¹—嘉一层段的情况基本相似，亦发育两种较有利的储集相带，且以局限台地云坪微相沉积为主，开阔台地台内滩沉积为辅。

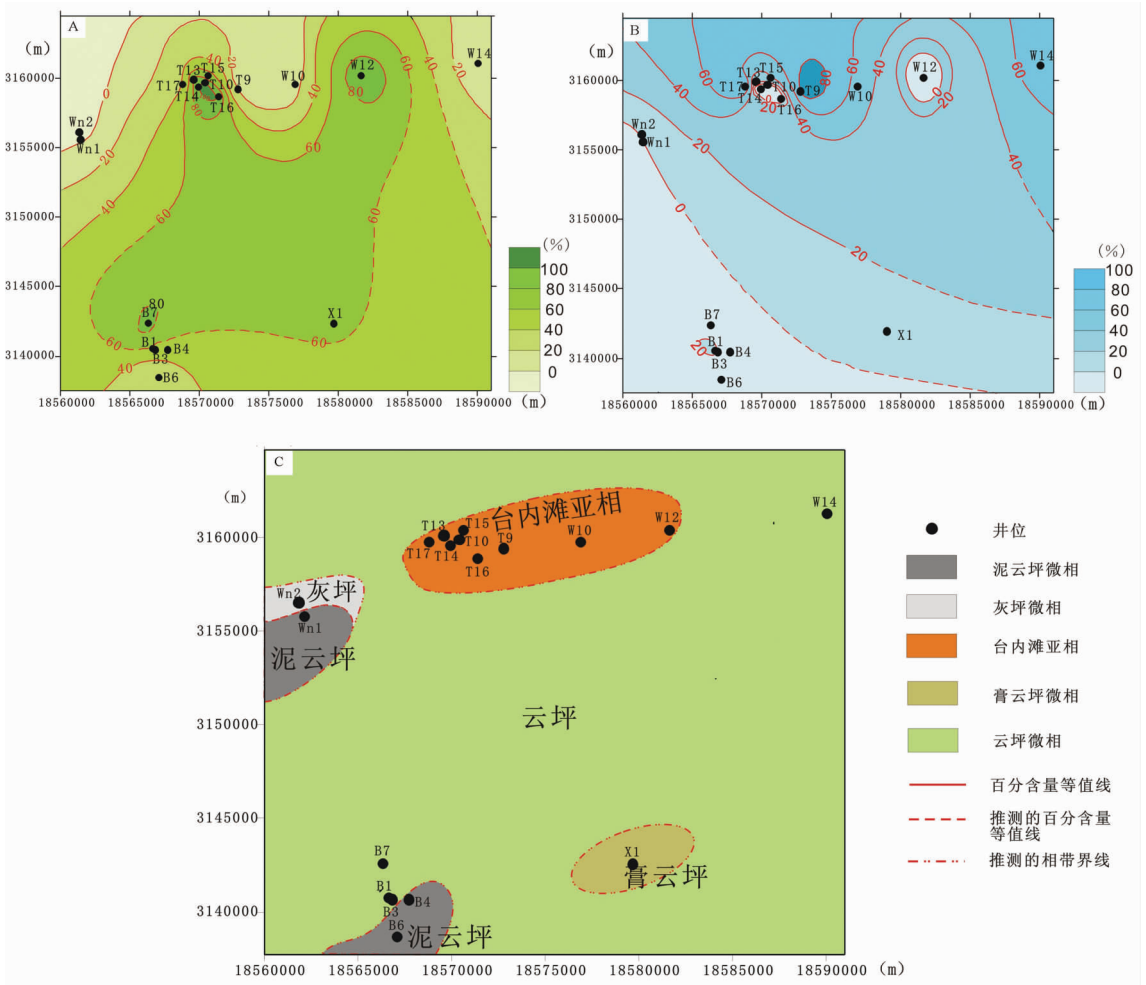


图6 赤水地区嘉二¹层段分类岩性百分含量等值线图及沉积相平面展布图

A—白云岩百分含量等值线;B—含泥云岩百分含量等值线图;C—沉积相平面展布

Fig.6 Lithologic percentage composition contour and depositional facies distribution map of T₁^j₁ layer in Chishui area

A—Contour of percentage composition of dolomite; B—Contour of percentage composition of mud-bearing dolomite rock;

C—Distribution of depositional facies

云坪沉积在宝元构造相对发育,只是宝7井下部变为灰坪或开阔台地灰质洼地,宝9井夹数层蒸发台地膏坪沉积。旺隆构造的云坪沉积次之,多口井均见不同比例的灰坪或灰质洼地沉积。太和构造发育较差,仅太17较发育。从雪1井主要为云坪沉积的情况看,或许雪柏坪构造的云坪沉积比较发育。由五南2井主要为灰坪或灰质洼地沉积的情况分析,五南构造的云坪沉积可能不发育(图7)。

台内滩沉积主要发育在旺隆构造,在旺6、旺12等井分别可见3套夹于开阔台地灰质洼地或局限台地灰坪中的滩亚相沉积。

在根据录井岩性剖面统计了区内所搜集到的各井主要岩石类型的厚度百分含量后,笔者亦编制

了嘉五¹层段的分岩类的厚度百分含量等值线图(图8-A—C),并在此基础上亦勾绘了嘉五¹层段的沉积相平面展布图(图8-D)。从图中不难看出,区内西北部的太和、五南构造主要发育局限台地灰坪微相或开阔台地灰质洼地沉积,而区内东南部的旺隆、宝元及雪柏坪等地则主要发育局限台地灰云坪—云坪微相沉积,其中宝元构造为云坪微相最发育地区,旺隆构造次之,推测雪柏坪构造云坪微相亦较发育。

综上所述,嘉五¹有利储集相带的分布特征为:大致以旺12井—宝7井西侧连线(图7井位分布)为界,云坪微相的发育情况南东方向较北西方向为好,宝元构造中南部最好,旺隆构造次之,雪柏坪构

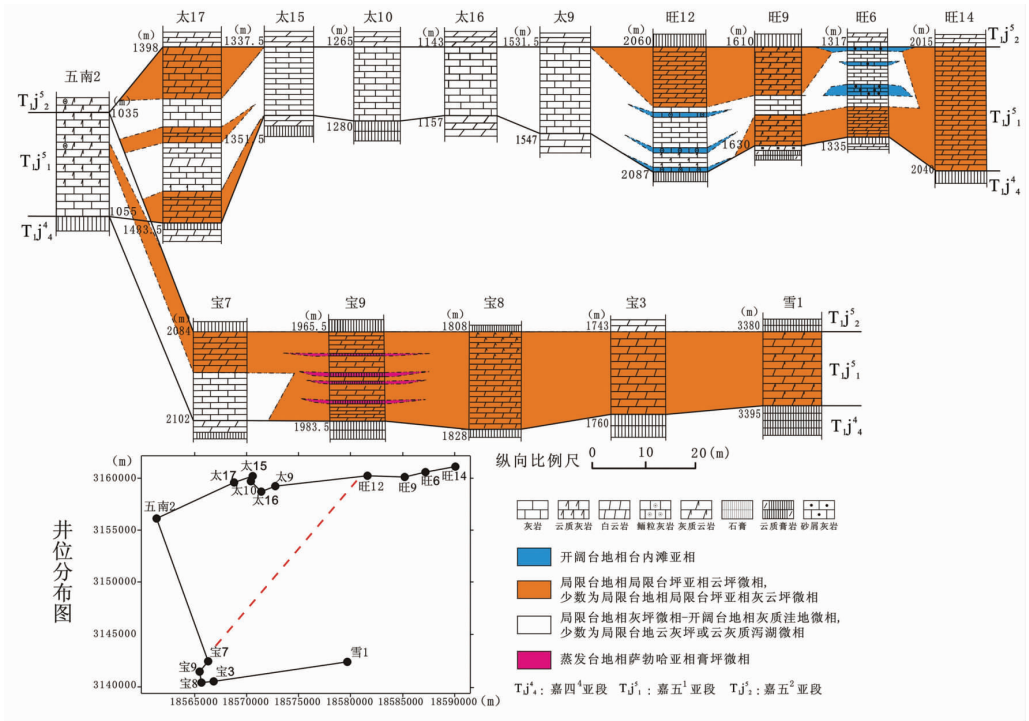


图 7 赤水地区嘉五¹沉积相划分柱状对比图

Fig.7 Stratigraphic correlation of Tj₅¹ depositional facies in Chishui area

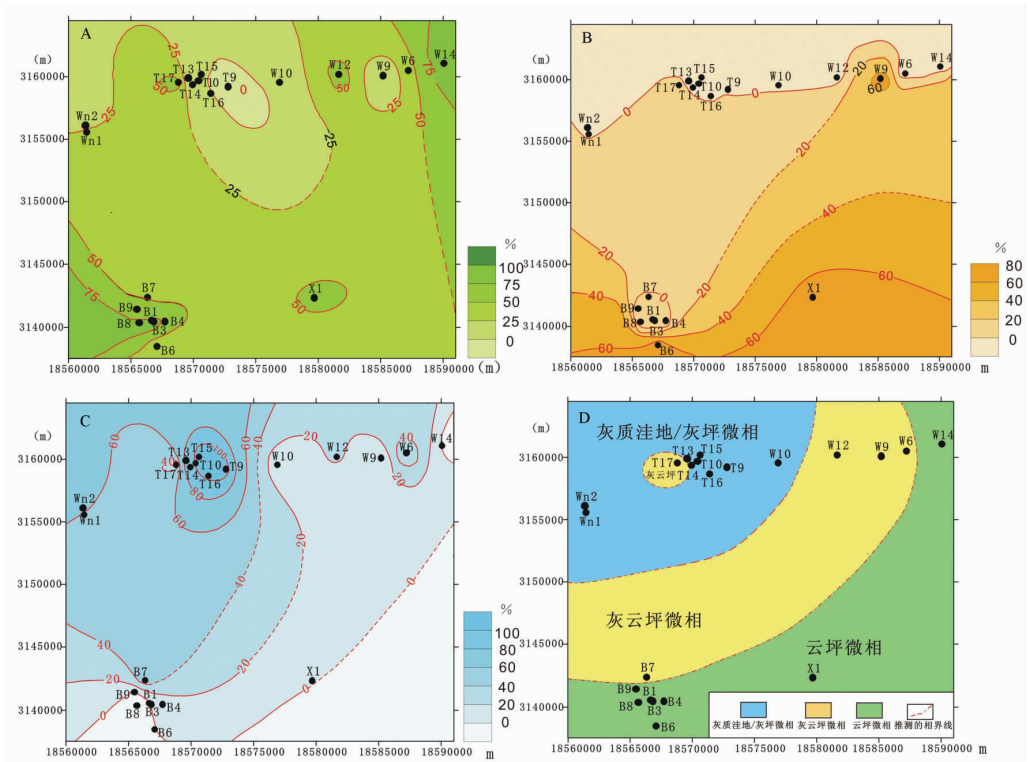


图 8 赤水地区嘉五¹层段相关岩性百分含量等线图及沉积相平面展布

A—白云岩百分含量等线图;B—含灰云岩百分含量等线图;C—灰岩百分含量等线图;D—沉积相平面展布

Fig.8 Lithologic percentage composition contour and depositional facies distribution map of Tj₅¹ layer in Chishui area

A—Contour map of percentage composition of dolomite; B—Contour map of percentage composition of lime-bearing dolomite;

C—Contour map of percentage composition of limestone; D—Distribution of depositional facies

造推测为较好,太和、五南构造较差;台内滩沉积则仅局限于旺隆构造的旺 12、旺 6 井附近。

4 结 论

(1)赤水地区下三叠统嘉陵江组主要属陆表海碳酸盐台地沉积,主要包括开阔台地、局限台地及蒸发台地 3 种相、6 种亚相、18 种微相等沉积类型。其中滩亚相及云坪微相是有利于嘉二¹—嘉一层段和嘉五¹层段储层发育的沉积相带。

(2)目的层嘉二¹—嘉一层段储层发育的有利相带在纵向上主要集中在嘉二¹—嘉一段顶部 50 m 范围内。在平面上,除去宝元构造东南部、五南构造、太 9 井区及雪 1 井区外,大部分地区都发育较为有利的云坪微相,旺隆西部—太和东部地区及宝 3 井附近更是叠加了嘉一段顶部的滩亚相,为有利的储集相带区。

(3)嘉五¹层段主要为云坪微相沉积,其发育情况以南东方向较北西方向为好,宝元构造中南部最好,旺隆构造次之,雪柏坪构造推测应较好,太和、五南构造较差。台内滩沉积则仅局限于旺隆构造的旺 12、旺 6 井附近。

参考文献(References):

- [1] 冉崎. 川南二里场构造的嘉陵江组储层预测研究 [J]. 天然气勘探与开发, 2003, 26(4):1-5.
Ran Qi. Research on Jia Lingjiang Formation reservoir prediction in Erlichang structure, South of Sichuan [J]. Natural Gas Exploration or Development, 2003, 26(4):1-5(in Chinese with English abstract).
- [2] 朱其, 李国蓉, 乔占峰, 等. 四川盆地泸州古隆起嘉陵江组储层特征研究 [J]. 四川地质学报, 2008, 28(1):30-34.
Zhu Qi, Li Guorong, Qiao Zhanfeng, et al. The reservoir features of the Triassic Jialingjiang Formation in the Luzhou Uplift, Sichuan Basin [J]. Acta Geologica Sichuan, 2008, 28 (1):30-34 (in Chinese with English abstract).
- [3] 张晓东, 谭秀成, 陈景山. 川中—川南过渡带嘉二段储集性及储层控制因素研究 [J]. 天然气地球科学, 2005, 16(3):82-86.
Zhang Xiaodong, Tan Xiucheng, Chen Jingshan. Reservoir and controlling factors of the secondary member of the Jialingjiang Formation in the hit and the south transition Strip of sichuan [J]. Natural Gas Geoscience, 2005, 16 (3):82-86 (in Chinese with English abstract).
- [4] 王长城, 施泽进, 张光荣, 等. 川东南嘉陵江组储层地质特征及储层预测研究 [J]. 西南石油学院学报, 2008, 21(1):9, 36-38.
Wang Changcheng, Shi Zejin, Zhang Guangrong, et al. The geologic characteristics and reservoir prediction of Jialingjiang Formation in the southeast area of Sichuan [J]. Journal of Southwest Petroleum University, 2008, 21(1):9,36-38(in Chinese with English abstract).
- [5] 乔占峰, 李国蓉, 王安发, 等. 蜀南东南部地区嘉陵江组碳酸盐岩储层特征及储层成因机制探讨 [J]. 内蒙古石油化工, 2008, 18(3):74-77.
Qiao Zhanfeng, Li Guorong, Wan Anfa, et al. The characteristics and the formation mechanism of the carbonate reservoir in Jialingjiang Formation in the southeast area of the southern Sichuan basin [J]. Inner Mongolian Petrochemical Industry, 2008, 18(3):74-77(in Chinese with English abstract).
- [6] 曾伟, 强平, 黄继祥. 川东地区嘉陵江组嘉二段储层成因模式 [J]. 石油实验地质, 1997, 19(1):82-86.
Zeng Wei, Qiang Ping, Huang Jixiang. Reservoir formative models for the section 2 of Jialingjiang Formation in east Sichuan [J]. Experimental Petroleum Geology, 1997, 19 (1):82-86 (in Chinese with English abstract).
- [7] 胡华, 董兆雄, 李其荣, 等. 长垣坝构造带下三叠统嘉陵江组沉积相研究 [J]. 江汉石油学院报, 2004, 26(4):30-33.
Hu Hua, Dong Zhaoxiong, Li Qirong, et al. Study on sedimentary facies of Jialingjiang Formation of early Triassic at Changyuanba structure [J]. Journal of Jiangnan Petroleum Institute, 2004, 26(4):30-33(in Chinese with English abstract).
- [8] 李延钧, 刘麟, 刘臣, 等. 四川盆地南部纳溪—塘河地区下三叠统嘉陵江组含硫气藏成因 [J]. 天然气地球科学, 2007, 18 (5):106-110.
Li Yanjun, Liu Lin, Liu Chen, et al. Genetic of sour gas reservoir in lower Triassic series Naxi-Tanghe area, south of Sichuan basin [J]. Natural Gas Geoscience, 2007, 18 (5):106-110 (in Chinese with English abstract).
- [9] 李翌, 赵路子, 陆正元, 等. 川南地区嘉陵江组天然气的来源研究 [J]. 天然气工业, 2005, (12):6-7, 33-35.
Li Tao, Zhao Luzi, Lu Zhengyuan. Research on the gas source of Jialingjiang Formation in south Sichuan basin [J]. Natural Gas Industry, 2005, 25(12):6-7, 33-35(in Chinese with English abstract).
- [10] 强子同. 碳酸盐岩储层地质学 [M]. 东营: 石油大学出版社, 1998:1-439.
Qiang Zitong. Carbonate Reservoir Geology [M]. Dongying: University of Petroleum Press, 1998:1-439(in Chinese).
- [11] 马永生, 梅冥相, 陈小兵, 等. 碳酸盐岩储层沉积学 [M]. 北京: 地质出版社, 1999:1-228.
Ma Yongsheng, Mei Mingxiang, Chen Xiaobing, et al. Carbonate Reservoir Sedimentology [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1999:1-228(in Chinese).
- [12] 雷卞军, 周跃宗, 杨金利, 等. 川中—川南过渡带嘉陵江组二段沉积相及其展布特征 [J]. 中国地质, 2006, 33(5):1149-1158.
Lei Bianjun, Zhou Yuezhong, Yang Jinli, et al. Sedimentary facies of the second member of the Jialingjiang formation in the central-southern Sichuan transition zone and its distribution characteristics [J]. Geology in China, 2006, 33 (5):1149-1158 (in Chinese with English abstract).

- [13] 孔金祥, 何成孝, 魏长善, 等. 碳酸盐岩储层综合评价中的若干技术讨论[J]. 天然气勘探与开发, 1998, 21(3):1-12.
Kong Jinxiang, He Chengxiao, Wei Changshan, et al. Some technology discussion for carbonate reservoir overall evaluation[J]. Natural Gas Exploration and Development, 1998, 21 (3):1-12(in Chinese with English abstract).
- [14] Ehrenberg S N, Eberli G P, Keramati M, et al. Porosity - permeability relationships in interlayered limestone -dolostone reservoirs[J]. AAPG Bulletin, 2006, 91-114.
- [15] Arthur H. Saller, et al. Facies control on dolomitization and porosity in the Devonian Swan Hills Formation in the Rosevear area, west-central Alberta [J]. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 2001, 49(3):458-471.
- [16] 贾振远, 李之琪. 碳酸盐岩沉积相和沉积环境[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1989:1-186.
Jia Zhenyuan, Li Zhiqi. Carbonate Sedimentary Facies and Depositional Environment [M]. Wuhan:China University of Geosciences Press, 1989:1-186(in Chinese).
- [17] 谭秀成, 邹娟, 李凌, 等. 磨溪气田嘉二段陆表海型台地内沉积微相研究[J]. 石油学报, 2008, 29(2):219-225.
Tan Xiucheng, Zhou Juan, Li Ling, et al. Research on sedimentary microfacies of the epicontinental sea platform of Jia 2 Member in Moxi Gas Field [J]. Acta Petrolei Sinica, 2008, 29 (2):219-225(in Chinese with English abstract).
- [18] 孙珍芹. 贵州赤水凹陷西部地区三叠纪沉积环境与储层特征分析[J]. 南方油气, 2005, 18(3):17-20.
Sun Zhenqin. Analysis on sedimental environment and reservoir characteristics of Trassic atrata in western Chishui depression, Guizhou province [J]. Southern China Oil or Gas, 2005, 18(3): 17-20 (in Chinese with English abstract).
- [19] 黄继祥, 曾伟, 张高信, 等. 四川盆地川东地区三叠系嘉陵江组第二段滩微相的发育分布及对气藏形成的控制 [J]. 沉积学报, 1995, 13(13):76-82.
Huang Jixiang, Zeng Wei, Zhang Gaoxin, et al. The development and distribtuion of the Triassic bank-microfacies in the 2-Section of Jialingjiang Group and its gas-pool control nature in the eastern part of Sichuan Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1995, 13 (13):76-82(in Chinese with English abstract).
- [20] 冯增昭. 单因素分析综合作图法——岩相古地理学方法论[J]. 沉积学报, 1992, 10(3):70-77.
Feng Zengzhao. Single Factor Analysis and Comprehensive Mapping Method——Methodology of Lithofacies Paleogeography [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1992, 10 (3):70-77 (in Chinese with English abstract).

An analysis of the depositional facies of $T_j^{2_1}$ - T_j^1 and $T_j^5_1$ layers of Lower Triassic Jialingjiang Formation in Chishui area

WEI Xiang-feng, ZHANG Ting-shan, HUANG Shi-wei, XIE Gang-ping, HU Dong-feng, WANG Ming-lei, TANG Xing-you

(1. Institute of Resources and Environment, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, Sichuan China; 2. Exploration and Development Research Institute of Daqing Oilfield Company of PetroChina, Daqing 163712, Heilongjiang China; 3. Exploration and Development Research Institute of South Branch Company of Petroleum Exploration and Production of Sinopec, Chengdu 610016, Sichuan, China; 4. No. 2 Geophysical Mountain Exploration Party, Sichuan Changqing Drilling Engineering Corporation, Chengdu 610225, Sichuan, China)

Abstract: The depositional facies of Lower Triassic Jialingjiang Formation in Chishui area of Guizhou belongs to continental-marine carbonate platform deposition. Based on field outcrop in combination with drill core, this paper divided the sedimentary facies into several types and pointed out that beach subfacies and dolomite-flat microfacies are depositional faices zones in favor of the development of $T_j^{2_1}$ - T_j^1 and $T_j^5_1$ reservoirs in this area and, using the "single factor analysis and multifactor integration graphing method", obtained compositional thickness percentage distribution trend of different petrographic categories in the $T_j^2_1$ layer. On such a basis, the depositional facies of $T_j^{2_1}$ - T_j^1 and $T_j^5_1$ favorable segments were also analyzed. It is thus concluded that, except for the southeast part of the Baoyuan structure, the Wunan structure, the Tai-9 well field and the Xue-1 well field, the $T_j^{2_1}$ - T_j^1 layers mostly have quite favorable dolomite-flat microfacies, with the development of beach subfacies at the top of T_j^1 layer in certain places. The development of $T_j^5_1$ layer dolomite-flat microfacies is better in the southeast than in the northwest, with the central southern part of the Baoyuan structure being the best, the Wanglong structure possessing the second place, the Xuebaiping structure probably fairly good, and Taihe and Wunan structures being the worst. The deposition of the platform inner bar is localized around Wang12 and Wang 6 well area of the Wanglong structure.

Key words: depositional facies; carbonate rock; continental-marine platform; $T_j^{2_1}$ - T_j^1 , $T_j^5_1$; Chishui area