

百色盆地东部中三叠统基底灰岩预测

汪士昭

(滇黔桂石油地质科学研究所, 昆明)

上法灰岩是夹于大套中三叠统碎屑岩中的灰岩透镜体, 它是盆地与台地两大相区相变线附近地貌陡变带中的沉积, 经剥蚀后残留于基底表面的高部即基岩向斜的核部, 形成由向斜构造-地层不整合面-岩性诸因素控制的基岩油气藏, 生油层为上始新统那读组, 储层为中三叠统上一段, 盖层为第三系底部之泥页岩, 预计在基岩凸起上二段围限的区域内布钻可获成功。

关键词 百色盆地 第三系 中三叠统 基岩油藏 碳酸盐岩油气藏 碳酸盐岩隆

作者简介 汪士昭 男 46岁 工程师 石油地质

在上法构造的法1、百4两井钻获高产工业油流后, 随之出现了一些急待解决的地质问题, 诸如中三叠统灰岩到底分布在哪里? 它与碎屑岩, 是上下关系呢, 还是同期异相的产物? 灰岩储油、控油的机理又是什么? 凡此等等, 都需作出回答, 方能进一步指导勘探。

一、第三系盆地的成生背景及中三叠统灰岩

(一) 地质背景

百色第三系盆地, 位处广西百色至田东思林间, 是一个残留于今右江河谷的北西向长条状山间小盆, 主体位于北西向的右江深大断裂南侧。盆地基底为中三叠统碎屑岩及灰岩。

中三叠世末的印支运动是桂西地区由海变陆成山的转折点。它导致了前晚三叠世沉积回返隆升, 产生和强化了北西向褶皱、断裂等构造形迹, 奠定了后期沉积的格局。因此诸新生代盆地沿北西向呈串珠状分布, 百色盆地就是其中的一个。百色盆地除南、北部分边界分别与上古生界碳酸盐岩和中三叠统板纳组为断层接触外, 其余周边接触关系均为角度不整合(图1)。

(二) 基底灰岩的展布及沉积环境

盆地周缘及盆内之中三叠统基底, 见有三种沉积类型: (1) 碳酸盐岩(台地型沉积); (2) 砂、泥岩(盆地型沉积); (3) 下部为砂、泥岩, 上部为碳酸盐岩(盆地台丘型沉积)。

除第一种沉积类型外, 第二、三种类型在盆内基底已钻遇。盆外, 第一种沉积类型仅见于盆地东侧果化一带, 第三种类型则见于北侧懂舍地区, 其余盆地周边均为第三种沉积。三种沉积类型都有着特定的沉积环境。

在桂西北一带,中三叠统台、盆两大相区的沉积界线,大致以百色、田阳、田东至平果一线为界。北为深水盆地,是一套巨厚的复理石式陆源碎屑浊积岩,南为台地相的巨厚碳酸盐岩。在浅水碳酸盐台地向深水浊流盆地过渡的上述边缘地带(即“相变带”),一直是晚古生代以来不同时期两大沉积相区的分野部位。由于这一部位的沉积环境特殊,因而在盆地东部附近的中三叠统相变带上发育了一系列孤立碳酸盐岩隆和灰泥丘。这些碳酸盐岩地质体大小不等,大的二十余平方公里,小的半平方公里。其中懂舍、上法两岩隆是规模最大的两个。前者已大部出露,后者则完全深埋盆内第三系之下且已钻遇高产工业油流。因此,搞清地表懂舍岩隆体的地质结构对解剖地腹上法岩隆有着一定的指导意义。

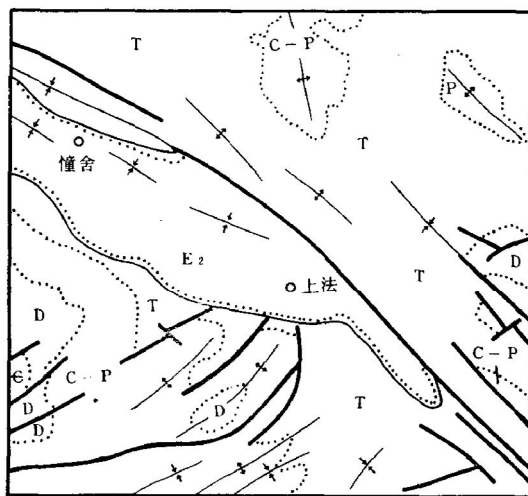


图1 百色盆地东部区域地质图

二、岩 隆

(一) 懂舍地表岩隆

盆北地表大部裸露的懂舍岩隆,与盆内地腹上法岩隆遥相呼应,两者相距 17km,同属晚安尼期沉积。出露地表的大片碳酸盐岩称“懂舍灰岩”(T_{2z})^{*}。

灰岩分布大致西起田阳三今,东到母娘洞,北至再停拿之北,南止于懂舍,面积约 13 km²。

1. 岩性特征

懂舍灰岩是一个夹于中三叠统碎屑岩中的大型灰岩透镜体,厚 685.4 m。其上部为一套薄板状泥质条带灰岩与中层状灰岩互层。中下部主要为藻团块、藻凝块灰岩夹砂屑灰岩,底部为厚层至块状灰岩、白云岩及泥岩。从下向上,层理由厚变薄;泥质含量由中部向上、向下增加;岩性的稳定程度(即灰岩的相变、消失程度)由下向上降低。

2. 构造特征

(1) 断裂

懂舍灰岩分布区的断裂较发育,主要有三条,是一些不晚于喜山期的断裂。

(2) 向斜群

懂舍岩隆区的构造主体是一个向北西翘起、向南东(盆地)倾没的宽缓向斜,即六联主向斜。除此,另有金猫岩、母娘洞和狮子岭等向斜共同组成“六联向斜群”(图 2)。

1) 六联主向斜

向斜轴线位于六联附近,呈 NW 向,北端偏转呈 NWW。轴线长 3.3 km,两翼宽 2.5 km,分布面积约 8.25 km²。

向斜围翼多为中厚层状灰岩,风化剥蚀成山头或延绵不断之山脊;槽部主要为中薄层乃

* 懂舍灰岩的代表剖面为再停拿剖面,可与上法灰岩(T_{2s})对比。

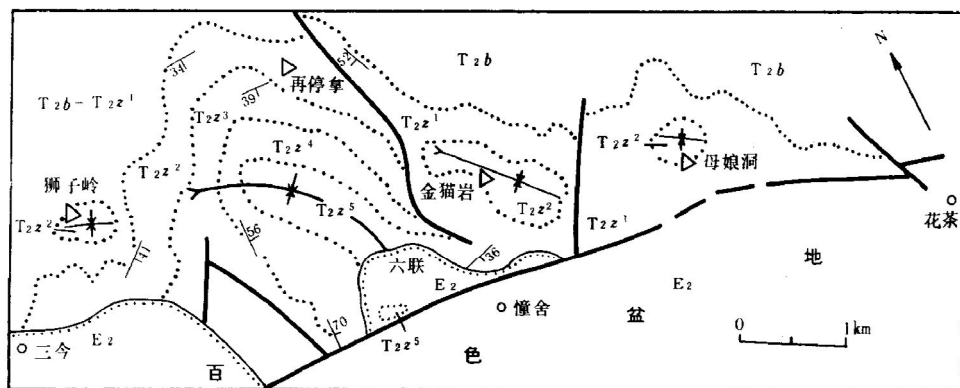


图2 懂舍灰岩分布区平面地质图

至板状含泥质较重之灰岩，多夷为低缓坡地。两翼产状陡峻，多在 45° — 60° 间，南翼较陡。主向斜内次级褶曲颇多，以槽部为最，主要是一些与主向斜轴平行的表皮褶皱。

此外，在主向斜轴延伸方向的第三系盆地内，发现了一个由中三叠统形成的小明山，可见懂舍岩隆体未完全暴露今地表，尚有部分潜埋于盆地之下。

2) 其它向斜

母娘洞、金猫岩及狮子岭诸盆状向斜，面积均不足 0.5 km^2 ，长轴轴向均与六联主向斜平行，它们与六联向斜有不同之处：①两端翘起，构成盆状；②除金猫岩向斜呈狭长状外，其余为近等轴状；③槽部地层均较六联主向斜老，形成山头。

从断裂、向斜轴等构造线的交接、切割关系看，此区至少受两次（期）构造运动的波及。四向斜应是一个在百色—田阳—思林三叠系大型复向斜北翼上发展起来的次级向斜构造，本为一体，因后期构造运动产生了 NNE 和 NW 断裂，致使此向斜解体四分。

3. 灰岩的展布规律

懂舍灰岩分布区的地貌极为特殊，山头、山脊多为灰岩，呈向斜山，为厚层一块状灰岩；沟谷或低凹处则为碎屑岩分布。

这种奇特地质-地貌景观的形成，是岩石属性、构造作用、风化剥蚀三者共同制约的结果。

中三叠世，懂舍地区处于特殊的沉积环境——盆地边缘，因而沉积了含大量生物而未成礁的灰岩透镜体（图 3-A）。

由于印支运动的影响，中三叠统发生褶皱。刚柔相间的同期沉积，在同一应力作用下，柔性地层易于形变，上拱形成背斜，刚性灰岩体则“滞留”于向斜部位（图 3-B）。

印支期后，第三系沉积前，褶皱基底抬升地表遭受风化剥蚀，处于背斜部位的柔性碎屑岩因抗风化能力弱而被深剥下切，相对坚硬的向斜部位灰岩则残留形成高地（图 3-C）。这就是今懂舍地区地貌形成的原因。

上法地腹与懂舍地表两岩隆承受的风化剥蚀程度虽有差异，但沉积、构造、地貌背景相同。因此，懂舍岩隆的特征无疑是上法地腹基底灰岩的借镜。

（二）上法地腹岩隆

从钻探和物探资料圈定的范围看，上法岩隆体大致在田东—巴林—伏平所围限的上法地

区，距东侧相变线 20 km。

该岩隆体的钻井岩性剖面（自下而上）为：砂泥岩→砂泥岩夹泥晶灰岩→泥晶灰岩→亮晶藻屑灰岩→泥晶灰岩→碎屑岩，表明这一岩隆体曾经历了成生→发育→鼎盛→衰亡的全过程。它们是一些向三度空间相变消失的灰岩透镜体，其厚为百余米至数百米不等。

初步查明，上法岩隆体平面展布大致呈 NNW 向，南北长 7.5 km，东西宽 6.5 km，高 700 m，面积约 23 km²。

与懂舍岩隆相比，两岩隆起始、终止层位相当，是同期异地的产物。将实测的懂舍岩隆地层剖面与上法井下的灰岩地层进行对比，钻厚最大的法 1 井已接近钻穿上法岩隆。

1. 前第三纪古地貌

在南北向地震剖面上，上法基底表面整体为一向北倾斜之斜坡，坡度约 15°，钻井资料已证实。其南部为一高而平缓之台阶，中北部呈低缓状向北（盆地中心）倾伏。灰岩斜坡四围的碎屑岩分布区，为地势低凹的沟谷（图 4）。

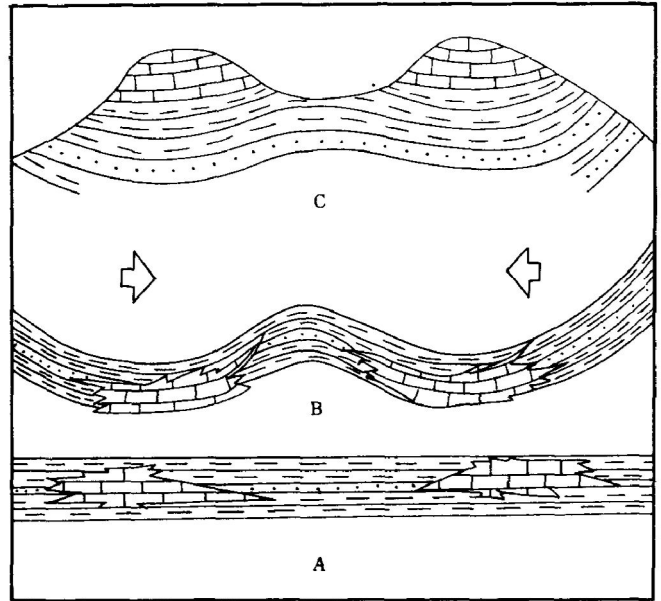


图 3 灰岩向斜山成因图

A—沉积，B—形变，C—剥蚀

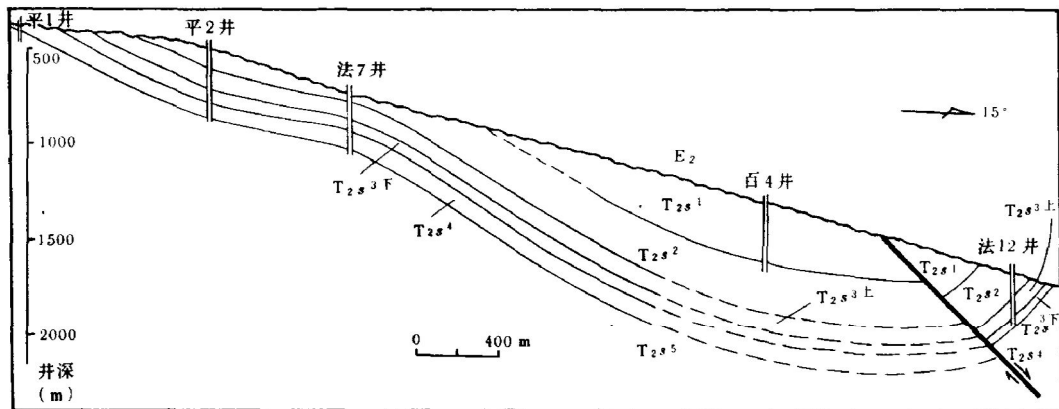


图 4 平 1 井至法 12 井间井下中三叠统横剖面图

2. 构造内幕

对地震、钻井等资料分析表明，上法岩隆区的构造主体是一个盆状向斜（上法向斜）。

从平 1 至法 12 井间的 NNE 向剖面看（图 4），百 4 井井下钻遇地层最新，为上一段，显系向斜槽部。而在 NE 向的法 7—法 9 井剖面上，向斜轴线过法 1 井以东附近（图 7）。

总之，上法岩隆为一向斜构造，槽部在法 3、百 4、法 1、百 4-1 等井一带，它是一个北倾背景上的挠曲向斜，由北东向与北西的主向斜交汇呈“入”字形态的复合向斜，近于盆状

(图5)。

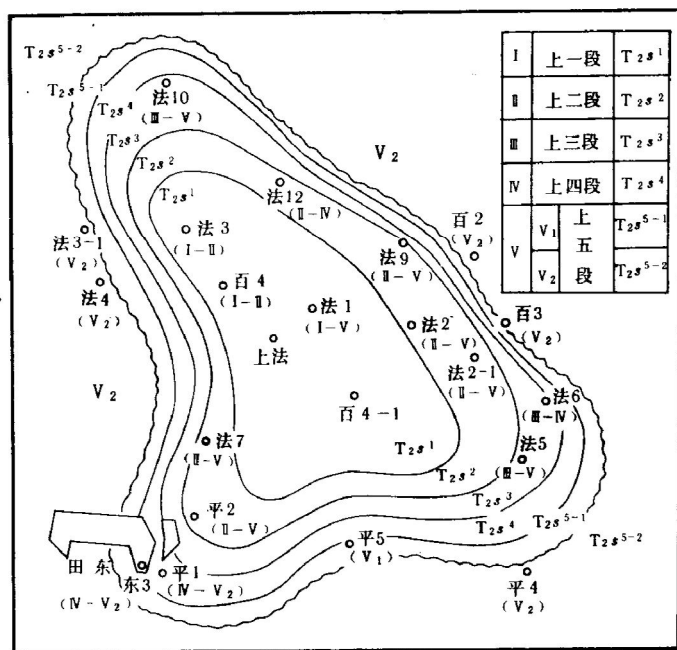


图5 上法地区井下T₂碳酸盐岩岩性段平面展布态势

地区同时出现。

中三叠世,滇黔桂为广阔海盆,沉积了巨厚的中三叠统:盆地相的深水浊流堆积和台地相的浅水碳酸盐岩沉积。两大相区的相变线,在贵州紫云、册亨—云南丘北、富宁—广西百色、田阳一线,纵横千公里,大有追踪早三叠世、晚二叠世相变线之势。在这种特殊地质背景下,尤其是在地貌陡变的盆地边缘地带,最适宜碳酸盐岩隆的发育。

在上述相变线附近,同期异相之碳酸盐岩与碎屑岩多呈犬齿状交错接触,灰岩常呈“半岛”状伸入碎屑岩腹地,或是呈“岛”状被碎屑岩所围限。

上法和懂舍两岩隆,均受控于上述相同地质背景,因此在岩相、构造、地貌上呈相同样式,并在同一

三、基底灰岩预测及布井原则

通过对地表懂舍岩隆的调查、地腹上法岩隆的钻探以及与云南霸王岩隆的对比,对盆地基底灰岩的展布状况有了明朗的认识。

(一) 产状模式

地腹中三叠统灰岩具有三个显著特点:

1. 在空间上是透镜体 第三系覆盖下的基底灰岩都是些大大小小的岩隆体和灰泥丘。在盆地范围内,除上法和懂舍两大碳酸盐岩隆外,其余都是些发育程度不一的灰泥丘,后者总体层位相当,呈香肠状断续延伸。所有灰岩体都是孤立的向三度空间相变消失的透镜体。

2. 常在基底表面的高部位上分布 印支运动使中三叠统基底升出水面,到喜出运动止,经历了长期的风化剥蚀。由于基底地层为大套碎屑岩夹灰岩透镜体,存在着明显的风化差异,故呈现出“灰岩成山、砂泥岩成沟”的古地貌景观。这一地貌特征在懂舍地区得到了证实。

3. 灰岩高地多为盆状向斜 在懂舍,不仅整个灰岩区的构造主体是向斜,而且邻近的灰岩山头也是盆状向斜,钻探证实的上法地腹也是如此。因此当钻遇基底灰岩时,应考虑到可能有向斜的存在。

(二) 基底岩性分区及灰岩预测

据对钻达中三叠统百余口井的岩性特征进行统计、比较和概括后,可把盆地基底岩性分为五类,即:灰岩、泥岩夹灰岩、泥岩、砂岩和砂泥岩互层,可再细分为八个亚类十一个岩

性子区 (图 6, 表 1)。

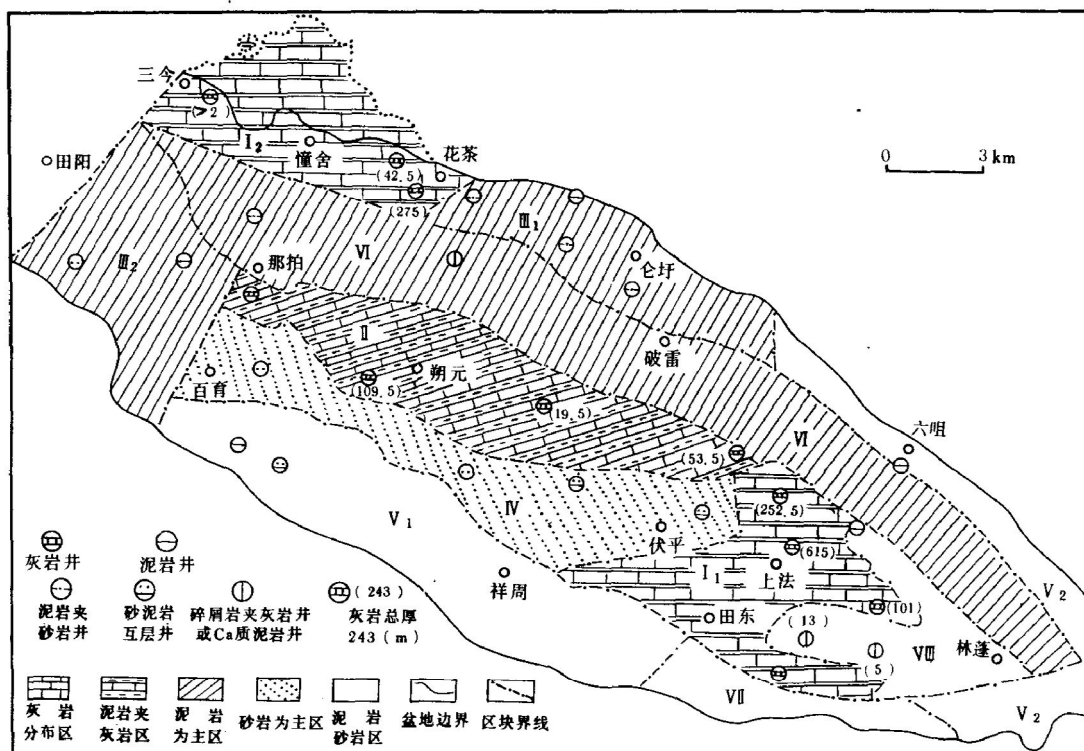


图 6 百色盆地东部区中三叠统基岩岩性预测图

大片灰岩集中分布于上法 (I_1) 及三今—花茶一线以南 (I_2) 两区地腹。后者是地表懂舍灰岩向盆地南延的潜伏部分。主要岩性为大套灰色、深灰色、肉红色中—厚层状灰岩、藻屑灰岩、泥晶灰岩 (或夹泥岩)。灰岩质纯, 单层厚, 总厚度大, 纵向相对稳定, 系碳酸盐岩隆发育鼎盛阶段的产物。

此外, 在盆地东端思林附近, 因紧靠相变线, 台地区的大套纯净碳酸盐岩也有可能在此呈锯齿状伸入盆内第三系之下。

(三) 上法地区的布井原则探讨

上法灰岩孔渗性最好的储集层段是上二段灰岩, 但获得高产工业油流的法 1、百 4 两井的主力油层并不在上二段而在泥质含量重乃至夹泥岩的上一段, 说明上法构造油气藏的形成受构造-地层-岩性等因素的同时制约, 聚油机制如图 7 所示。

当下第三系那读组生油岩达到成熟阶段后, 原油即自北而南 (即从生油中心向周缘) 运移。运移途径有多种: 下第三系底部有大套泥页岩 (即红色岩组) 不整合于中三叠统灰岩储层之上, 形成遮挡时, 油气通过第三系断裂进入不整合面然后沿斜坡向上 (南) 运移; 在无红色岩组而那读组生油岩直接与基底潜山接触处, 第三系油气可侧向运移进入灰岩潜山。

盆地南缘周边, 中三叠统基底长期裸露地表, 开启程度高。因上法向斜的存在, 来自南缘潜入盆内的地表水上受上一段泥晶灰岩的遮挡, 下被夹多套泥岩的上三段阻隔, 被屏蔽于上二段中, 这就是该段现今多水层少油层的原因所在。

依据上述因素, 在上法地区布钻时, 可掌握如下原则:

表1 基底岩性分区预测表

区块代号	区块名	井下岩性预测	灰岩特征
I	I ₁ 上法区	应为大套灰色、深灰色、肉红色中一厚层状灰岩、藻屑灰岩为主，夹泥岩及砂岩。 若中三叠统钻厚千米，灰岩累计厚不下数百米	灰岩质纯、少碎屑岩夹层，灰岩纵、横向上稳定，布井一般必钻遇灰岩
	I ₂ 懂舍-花茶区	灰色、深灰色泥晶灰岩、亮晶藻屑灰岩为主，夹灰色、灰绿色、褐灰色泥岩。 若中三叠统钻厚千米，灰岩钻厚比不少于百分之几十	此区灰岩系盆外北侧灰岩的下延部分，岩性同北侧灰岩露头区
II	翔元区	应为深灰色、灰绿色泥岩为主，夹灰岩、泥灰岩，或夹粉砂岩。 若中三叠统钻厚千米，灰岩钻厚比在百分之二十以下	灰岩常不纯，多含泥质，纵横向上常不能连续分布。灰岩或为夹层，或呈透镜状相变过渡，故重力上不应有明显的密度差，地震上也不应形成较大的波阻抗反差
III	III ₁ 仑坪区	主要应为大套灰色泥岩，夹粉砂岩，或夹钙质粉砂岩。亦偶夹灰岩透镜体（单层厚不足1m）。 若中三叠统钻厚千米，灰岩钻厚比不到百分之一	此套地层已暴露北侧地表，地表所见为大套黄色、灰绿色纯净泥岩，夹少量粉砂岩
	III ₂ 那满区	应为灰色、深灰色泥岩及砂岩，往西南砂岩增多，泥岩减少。 此区无灰岩	此套地层于盆外西南侧出露，岩性类同
IV	百育-伏平区	蓝灰色、灰绿色泥质粉砂岩夹泥岩，向东夹灰岩透镜体。 若中三叠统钻厚千米，灰岩钻厚比在百分之一到百分之十间	此区以砂岩多，向东偶夹灰岩透镜体为特征
V	V ₁ 祥周区	灰绿色粉砂岩或灰绿色粉砂质泥岩夹泥质粉砂岩	无灰岩，向东有灰岩透镜体
	V ₂ 六甲区	应为蓝灰色粉一细砂岩夹粉砂质泥岩、泥岩，无灰岩	
VI	那柏-破雷区	以深灰色泥岩、粉砂质泥岩为主，夹泥质粉一细砂岩、钙质粉砂岩，或为互层，偶夹灰岩透镜体	
VI	田东以南区	灰绿色砂岩夹粉砂质泥岩，无灰岩	此地层类同盆外露头（田东南盆外）
VII	林蓬区	蓝灰色粉一细砂岩夹砂质泥岩、泥岩及灰岩透镜体，或为泥岩。 若中三叠统钻厚千米，灰岩钻厚比在百分之几到百分之十间	

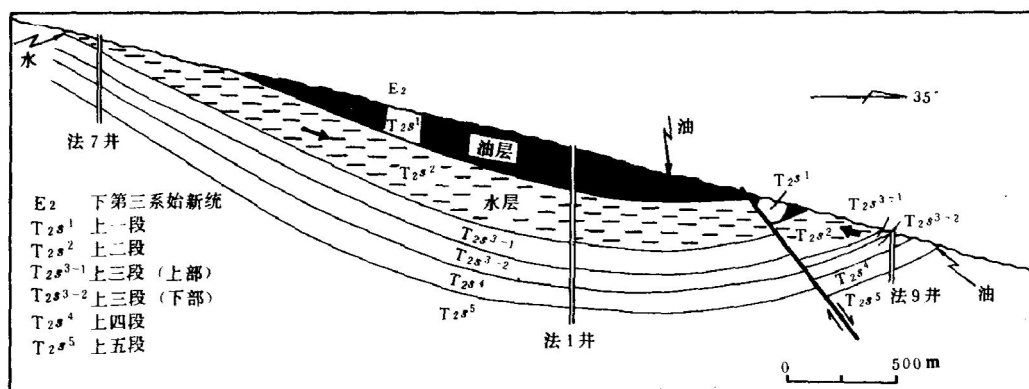


图7 上法基底灰岩油藏形成机制图

1. 不超越碳酸盐岩隆主体范围，即上四段所围限的范围。
2. 在上一段组成的向斜槽部布钻，这一部位面积约 11 km²。
3. 布在上一段（或上二段）紧贴不整合面的地区，这种配置最利于油气的运移和储存。
4. 选择古地貌高地（点）布井，最好布在山脊和山头上。东 3—平 2—法 7—百 4—法 1—百 4 一线就是一条连绵不断的山脊。
5. 在应力集中带上布井。这些地带的缝洞最发育，诸如岩隆体的转折端，向斜中心部位，断层附近等处。
6. 布在第三系红色岩组缺失或最薄的部位，这种接触方式可使那读组油气直接进入或易于进入灰岩储层。
7. 在上述条件下尽可能近油源布井。

PREDICTION OF MIDDLE TRIASSIC BASEMENT LIMESTONE IN EAST BAISE BASIN

Wang Shizhao

(Scientific Research Institute of Petroleum Geology, Guangxi-Yunnan-Guizhou Region, Kunming)

Abstract

The Shangfa limestone is a carbonate lenticular that is intercalated in a large suite of Middle Triassic detrital rock. It is a particular sedimentation of varying relief zone near facies change line between platform facies and basin facies. Had been weathered and denuded for a long time before Pretertiary, it remained in higher part of the basement surface, and structurally distributed in syncline groove. The formation of oil and gas pools in Shangfa area is controlled and confined by tectonic, stratigraphic unconformities as well as lithologic characters. Source beds is Nadu Formation of Upper Eocene, reservoir bed is the first member of Shangfa Formation and the covering strata are mudstones and shales in bottom of the Tertiary System. To arrange drilling within higher part of basement surrounded and confined with the second member of Shangfa Formation are expected to success.