

文章编号:1000-0550(2014)06-1113-10

# 塔北隆起中部白垩系卡普沙良群层序地层格架及沉积体系研究<sup>①</sup>

刘永福<sup>1</sup> 赵建华<sup>2</sup> 范秋海<sup>1</sup> 林畅松<sup>2,3</sup> 叶茂林<sup>1</sup> 范倩倩<sup>2</sup> 张荣茜<sup>4</sup>

(1.中国石油塔里木油田勘探开发研究院 新疆库尔勒 841000;2.中国地质大学(北京)能源学院 北京 100083;  
3.中国地质大学(北京)海洋学院 北京 100083;4.北京工业大学计算机学院 北京 100124)

**摘要** 以层序地层学理论为指导,在井震联合标定的基础上,综合运用地震、测井、钻井、岩芯及野外露头资料,建立了塔北隆起哈拉哈塘地区白垩系卡普沙良群层序地层格架。将卡普沙良群划分为5个三级层序,并在层序格架内进行了沉积相识别及沉积体系研究,识别出了河流、三角洲及湖泊等沉积体系。结合前陆盆地构造演化阶段的分析,认识了沉积体系展布规律。指出油气勘探应围绕SQ1、SQ2、SQ5层序低位及高位体系域的储集砂体开展,在平面上研究区中部三角洲前缘相带为有利区带。

**关键词** 塔北隆起 白垩系 层序格架 沉积体系 有利区带

**第一作者简介** 刘永福 男 1979年出生 硕士研究生 高级工程师 沉积学与盆地分析 E-mail:liuyongf-tlm@petrochina.com.cn

**中图分类号** TE121.3 **文献标识码** A

## 0 引言

塔里木盆地是我国规模最大的叠合盆地,其中蕴藏着丰富的油气资源。白垩系作为勘探重点层位之一,已在库车坳陷、塔北隆起、塔中隆起、塔西南坳陷等构造单元获得了重大突破。肖建新等(2002)<sup>[1]</sup>通过露头和钻井资料对库车坳陷白垩系进行了层序地层划分对其体系域的构成及其纵、横向变化特征进行了讨论;王改云等(2010)<sup>[2]</sup>建立了阿克库勒地区卡普沙良群层序地层格架,探讨了其与沉积、构造演化的对应关系,并预测了有利储集相带;丁孝忠等(2011)<sup>[3]</sup>对塔里木盆地西南坳陷区和北部坳陷区白垩系—新近系露头剖面进行了层序地层及沉积体系研究,探讨了沉积充填过程与天山造山带和昆仑造山带升降演化具有盆山耦合特征。而位于塔北隆起中部哈拉哈塘地区白垩系的勘探程度较低,尚未建立白垩系层序地层格架,沉积体系的研究相对薄弱,层序格架下沉积体系的演化规律认识不清。但近年来该区多口井相继获得工业油气流,证实该区白垩系具有较大的勘探潜力。近年来,开展了全区叠前时间偏移资料连片处理解释一体化研究工作,为层序地层和沉积体系的研究奠定了基础。本文在总结前人研究成

果基础之上,以层序地层学理论为指导,通过叠前时间偏移连片三维地震资料与钻井、测井资料紧密结合,开展了层序地层划分;综合野外露头、岩芯观察、测井曲线组合特征及地震属性等资料对层序格架内沉积相类型及沉积充填演化研究,进行了有利区带预测,为进一步寻找有利圈闭提供理论依据。

## 1 区域地质背景

塔北隆起位于塔里木盆地北部,总体呈北东向展布,北缘为库车坳陷,南缘为满加尔坳陷,东起库尔勒,西至喀拉玉儿滚—柯吐尔断裂一线,东西长480 km,南北宽70~110 km,面积约 $3.6 \times 10^4$  km<sup>2</sup>。塔北隆起为古生代克拉通残余古隆起,具有基底隆起特征,之后经历了加里东期的继承性发展,海西早期的强烈隆升,在晚古生代的海西晚期运动后隆起基本定型,中生代仍保持隆起状态,白垩纪开始,库车前陆盆地向南扩展,塔北隆起逐渐演变成北倾的斜坡<sup>[4,5]</sup>。受多期构造运动的影响,形成了凹凸相间的构造格局。

哈拉哈塘凹陷位于塔里木盆地塔北隆起南缘斜坡中部,轮台凸起以南,轮南低凸起和英买力低凸起之间(图1)。白垩系卡普沙良群与上覆巴什基奇克组呈冲刷不整合接触,与下覆侏罗系呈角度不整合接

<sup>①</sup>国家科技重大专项“岩性地层油气藏、沉积体系、储层形成机理与分布研究”(编号:2011ZX05001-002)资助  
收稿日期:2013-12-09;收修改稿日期:2014-03-10

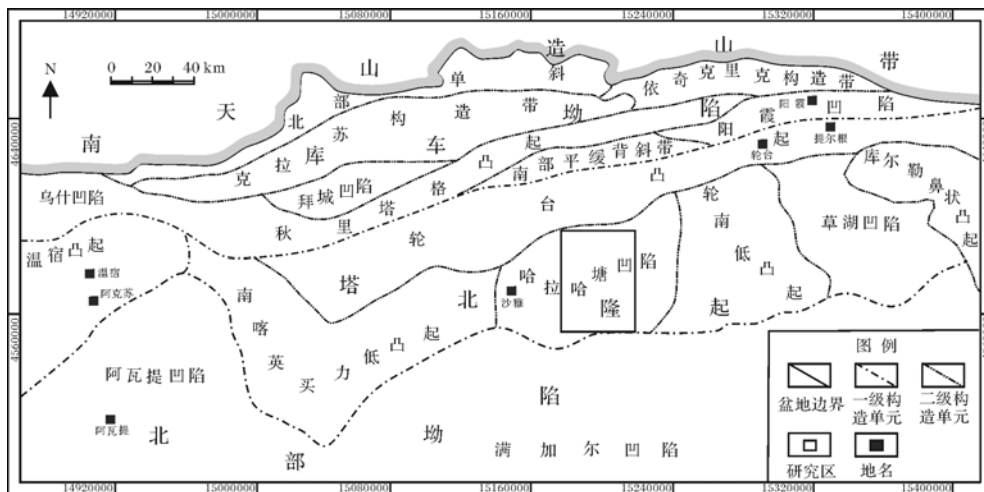


图1 塔北隆起构造单元划分及哈拉哈塘凹陷位置图

Fig.1 Location of Hanilcatam depression and division of structural units in Tabei uplift

触。自下而上包括亚格列木组、舒善河组、巴西盖组。亚格列木组是一套灰白的砾岩,厚度约 30 m,全区整体厚度差异不大;舒善河组主要由灰色或红色、褐红色泥岩,及粗粉砂—粉砂岩组成,厚度约 300 m,全区均有分布;巴西盖组主要由红色细砂岩,粉细砂岩组成,在研究区西布厚约 100 m,东部厚约 140 m,南北向上厚度差异不大。

塔里木盆地东北坳陷区主要发育冲积扇相、河流相、湖泊相和三角洲相等<sup>[1]</sup>;在东北坳陷区卡普沙良群存在多个沉降中心,发育冲积扇、三角洲及滨浅湖相,而巴什基奇克组古地形变缓,湖水变浅,无明显的沉积中心<sup>[6]</sup>。对于研究区及其附近地区的沉积相研究较少,英买力地区主要发育冲积扇、扇三角洲、湖泊和河流三角洲等沉积体系<sup>[7]</sup>;雅克拉地区卡普沙良群底部主要为扇三角洲沉积<sup>[8]</sup>;沙西—轮台地区亚格列木组发育冲积扇、辫状河、三角洲、辫状河三角洲和砾质滨岸等沉积相<sup>[9]</sup>。

## 2 层序地层格架及界面特征

前人对塔里木盆地白垩系层序地层进行了许多研究,取得了一定的成果,并提出了多种层序划分方案,但在层序级别和数量上存在很大的争议<sup>[2,10,11]</sup>。从全盆角度来说,对库车坳陷的研究最成熟,林畅松等依据多条露头剖面、大量测井资料以及地震资料,将库车坳陷下白垩统划分为 1 个区域性的二级沉积层序,4 个三级层序组,11 个三级层序及若干个四级和五级旋回<sup>[1]</sup>;梅冥相等以库车坳陷北缘露头剖面为基础,识别出 1 个二级构造层序及 5 个三级层

序<sup>[8]</sup>;肖建新等依据卡普沙良河露头 and 钻井资料分析将库车凹陷白垩系划分出 1 个一级层序,3 个二级层序和 8 个三级层序<sup>[2]</sup>;严德天等以野外露头、地震及测井等资料为依据,认为库车坳陷东部存在 2 个构造层序和 8 个三级层序<sup>[11]</sup>。对于塔北隆起白垩系的层序研究相对较少,王英民等将阿克库勒地区白垩系划分为 2 个二级层序,分别相当于巴什基奇克组合卡普沙良群,其中将卡普沙良群划分为 3 个三级层序<sup>[6]</sup>。对于塔北隆起中部哈拉哈塘地区目前尚未见到关于该区的精细的层序地层研究工作。

本文依据大量的钻井资料分析,结合地震反射结构特征,利用研究区内 12 口井的 VSP 资料与部分井的合成地震记录进行层位标定,建立了全区井震统一的层序地层格架(图 2)。将白垩系卡普沙良群划分出 5 个三级层序,可识别出 6 个层序界面。在三级层序内部,通过识别初始水进面和最大水进面,可进一步划分出低位体系域、水进体系域和高位体系域(图 3)。

SB1 是白垩系与侏罗系之间的区域平行不整合、局部角度不整合界面,界面之上发育一套厚度约 40 m 的砾岩,在地震剖面上该界面削截下伏侏罗系地层现象非常明显。该不整合界面在测井上主要表现为伽马与电阻率曲线的突变,界面以上伽马曲线主要为箱型,界面以下为指状;界面之上电阻率曲线的基值变高,代表了沉积环境的突变(图 3)。SB6 是卡普沙良群与巴什基奇克组之间的界面,是相对明显的冲刷不整合面,界面之上为以浅褐色砂岩、含砾砂岩,界面之下为褐色泥岩、浅褐色粉砂岩;测井曲线界面

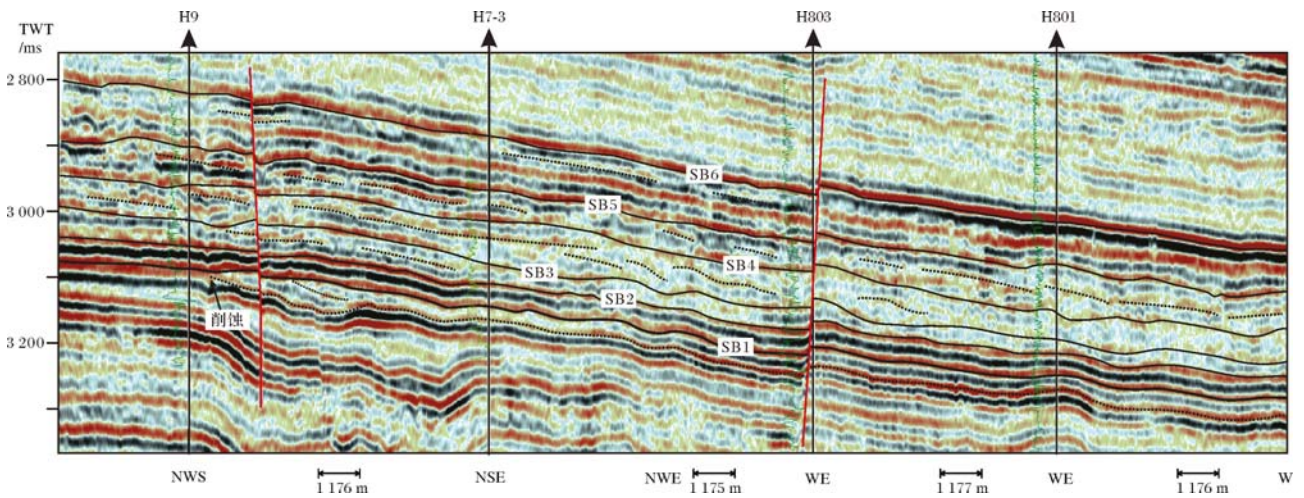


图2 哈拉哈塘地区白垩系井震结合层序地层格架

Fig.2 Sequence stratigraphic framework combined with wells and seismic data of the Cretaceous in Hanilcatam area

上下特征有明显差异,界面之上伽马曲线呈箱型,界面之下则呈钟型、指状,界面上下电测井曲线发生突变,界面下电测曲线值突然变高(图3),在地震剖面上该界面可见削截现象。这两个界面为二级层序界面,全区分布稳定,易于追踪和对比(图2)。

SB2、SB3、SB4、SB5为三级层序界面。其中SB2、SB3、SB4三个界面在舒善河组内部,测井曲线上主要表现为水退到水进的转换,在钻测井资料中,界面主要位于地层叠加样式的转换处或测井曲线基值的突变处(图3)。界面之下,以进积叠加样式为主,向上砂质含量增多,泥质含量减少,电测曲线幅值略增大,总体呈反旋回特征。界面之上有两种情况,一种情况是砂岩向上减少,粒度变细,泥质岩向上增多,电测曲线幅值向上明显减小的退积沉积特征,即三角洲或滨湖向浅湖逐渐过渡;另一种情况是界面之上直接为含砂质的泥岩段,显示沉积相类型的突变。地震上界面之下为连续性好、强振幅的地震反射,界面之上为连续性中等、中等振幅的地震反射。其中SB3和SB4界面在地震剖面上主要表现为一套前积层的顶,代表了一个最大水退界面。SB5界面在地震剖面上也表现为一套前积层的顶(图2)。

通过测井曲线特征及录井岩性数据识别5个最大水进界面,对应于卡普沙良群主5次湖侵事件,其中SQ3层序内的湖侵最大,浅湖泥质沉积全区广泛分布,SQ1层序内的海侵也是一位比较重要的湖侵,浅湖泥质沉积较厚,SQ5层序湖侵期形成的泥岩局部分布,主要分布于研究区西部。SQ2、SQ4层序湖侵期形成泥岩分布连续性较差。SQ1、SQ2层序低位体

系域发育,层序界面通常发育河流沉积或三角洲前缘水下分流河道,而上部几个层序低位体系域不发育,高位体系域相对较发育(图3)。

### 3 沉积体系分析

结合地震相、测井相及岩芯观察,在层序格架内进行了沉积相划分及沉积体系研究,识别出辫状河、曲流河三角洲、滨浅湖滩坝等沉积相。在不同的构造演化阶段,其发育范围和规模不同。

#### 3.1 沉积相特征

##### 3.1.1 辫状河

辫状河沉积发育于在卡普沙良群底部,与亚格列木组相当。为一套厚40 m左右的砾岩,与下部侏罗系地层呈冲刷不整合接触,该套砾岩为深灰色、杂色含砾砂岩和砂岩,成分复杂,分选差,磨圆度低,自然伽马曲线为箱型或齿化箱型(图4b)。垂向上为多套向上变细的正旋回,发育大型交错层理和冲刷充填等构造,上部为一套厚约30 m的浅湖泥质沉积,表明辫状河沉积后存在一次明显的湖侵作用,辫状河沉积在地震剖面上为一明显的强振幅反射。

##### 3.1.2 曲流河三角洲

曲流河三角洲沉积在舒善河组和巴西盖组中均有发育,可识别出多套河流三角洲沉积。岩性主要由紫红色、灰紫色夹灰绿色细砂岩、粉砂岩、紫红色薄层泥岩组成。具有从三角洲前缘到三角洲平原,向上变粗的三角洲沉积相序的典型特征(图4a)。可识别出分流河道、水下分流河道、河口坝和和前缘席状砂等微相。分流河道充填含有大量内碎屑泥砾(图4d),

自然电位曲线呈箱型。水下分流水道由块状、厚层细砂—粉砂岩组成,槽状交错层理,分选磨圆中等(图4c),自然电位曲线呈不规则箱型。河口坝由泥岩夹粉细砂岩组成,具有低角度交错层理(图4h),伽马和自然电位曲线均呈漏斗型。前缘远端砂泥互层沉积发育小型交错层理、波状层理和生物扰动构造,局部有前缘滑塌变形构造(图4e)。垂向上从上到下为水下分流河道、河口坝、远端坝叠置,组成了明显的反旋回序列。在震害上,三角洲平原反射同相轴表现为强振幅、连续性好、中高频,三角洲前缘主要表现为的中振幅、中连续性、中低频的反射特征。三角洲体系主

要发育在三级层序中的高位域。

3.1.3 湖泊

湖泊沉积主要发育于舒善河组,由褐红色、灰绿色泥岩和粉砂质泥岩等组成。见水平纹层、波状层理、生物扰动构造等,代表了氧化浅湖沉积(图4f, g)。舒善河组中部浅湖泥质沉积厚度约20~30 m。滨浅湖沉积主要由粉砂岩、粉砂质泥岩和薄砂层互层组成,发育中小型交错层理以及低角度纹层砂等。滨浅湖沉积砂体厚度一般在5 m左右,分选良好。在震害上表现为连续性差、弱振幅。三级层序内,滨浅湖沉积主要发育在水进体系域。

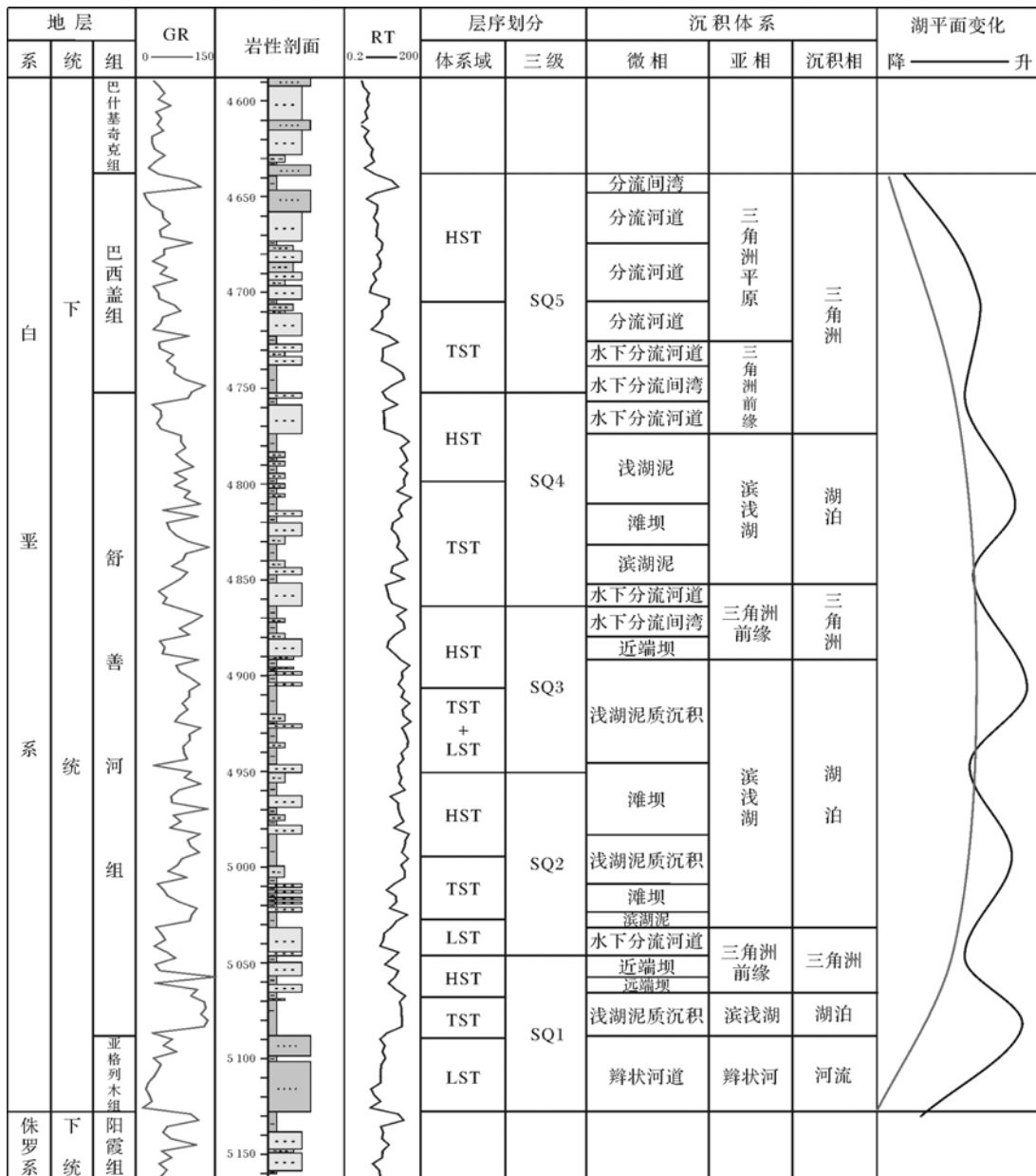


图3 哈拉哈塘地区白垩系卡普沙良群层序沉积综合柱状图

Fig.3 Sequence and sedimentary column of Kapushaliang Group (Cretaceous) in Hanilcatam area



图 4 卡普沙良河白垩系露头及哈拉哈塘地区白垩系岩芯特征

a.卡普沙良河白垩系露头;b.深灰色含砾粗砂岩,辫状水道,Y10井,5 040.5 m;c.褐色粉砂岩,槽状交错层理,河流—三角洲平原分流河道,东河 8 井,5 045.3 m;d.灰褐色含砾细砂岩,砾石定向排列,楔形交错层理,河流—三角洲平原分流河道,Y901井,4 978.7 m;e.滑塌变形构造,三角洲前缘远端,R1井,4 143.6 m;f.灰褐色粉砂岩,沙纹层理,滨浅湖沉积,Y1井,4 345.2 m;g.灰褐色粉砂岩,含钙质斑块,生物扰动构造,滨浅湖沉积,4 816.5 m;h.褐色分细砂岩,水平层理、低角度交错层理,粒度由下向上逐渐变粗,三角洲前缘河口坝,Y21井,4 801.3 m。

Fig.4 Outcrops of Cretaceous in Kapushaliang river and cores of the Cretaceous in Hanilcatam area

### 3.2 沉积体系垂向序列

通过单井分析和连井对比,在层序划分和体系域内沉积体系识别的基础上,总结了区内卡普沙良群内主要层序—体系域的体系构成。总体来说,SQ3、SQ4一般不发育层序低位域,主要由海侵体系域和高位域组成,低位域只在SQ1与SQ5等层序的局部地区有显示。

SQ1层序为一套辫状河—滨浅湖—曲流河三角洲沉积。具有明显的旋回特征,发育低位域,低位域主要发育辫状河三角洲平原或辫状河沉积,水进体系域主要发育滨浅湖泥质沉积与砂质沉积,湖侵规模较大。高位域由多个进积准层序组叠置而成,主要发育向上变粗的河口坝沉积与部分水下分流河道沉积(图5)。

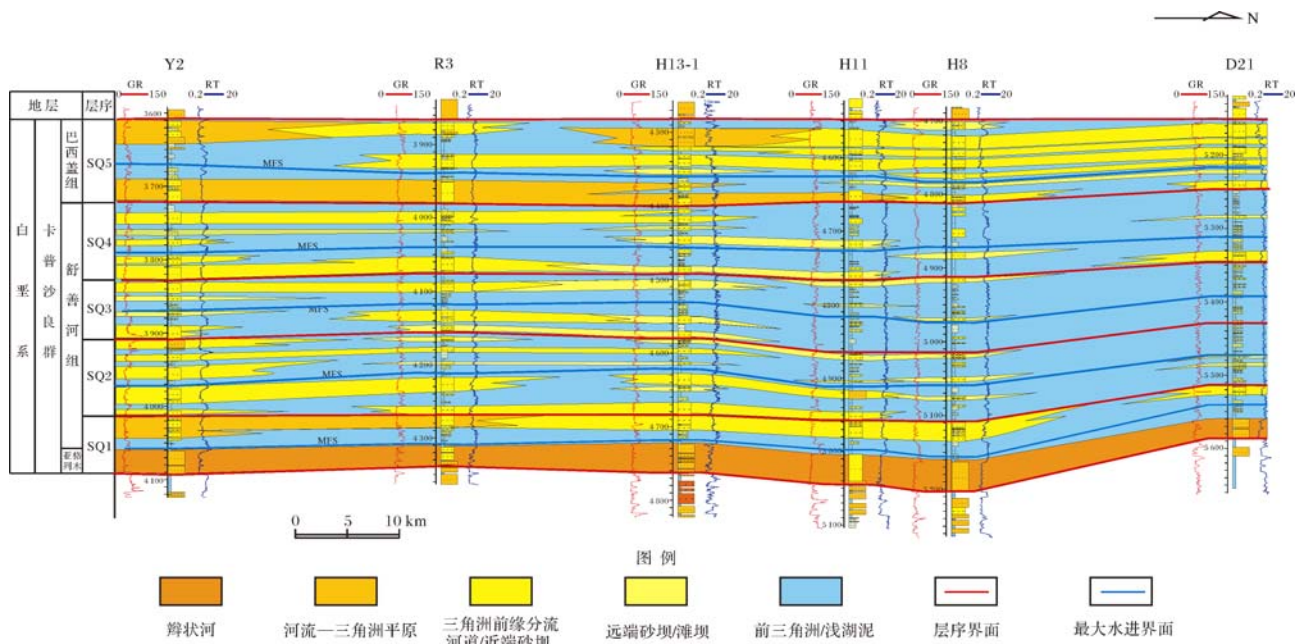


图5 哈拉哈塘地区白垩系卡普沙良群沉积相剖面

Fig.5 Sedimentary facies profile of the Kapushaliang Group in Hanilcatam area

SQ2、SQ3、SQ4 层序为一套曲流河三角洲—滨浅湖沉积。低位体系域以发育三角洲前缘为主,由多套水下分流河道砂体叠置构成,总体表现为进积的沉积序列。水进体系域主要为滨浅湖沉积,岩性为褐色泥岩与棕色泥质粉砂岩、粉砂岩互层,见薄层滨浅湖滩坝砂体,其中 SQ3 湖侵规模最大。高位体系域主要为曲流河三角洲沉积,表现为垂向加积或进积的沉积特征。

SQ5 层序为一套曲流河三角洲—滨浅湖沉积。低位体系域以三角洲前缘为主,发育下切水道,水进体系域为滨浅湖和三角洲前缘沉积,高位体系域为曲流河三角洲沉积,砂体厚度向上逐渐增加,表现为进积的特征(图5)。

### 3.3 层序地层格架内沉积充填演化特征

侏罗纪末期拉萨地块与羌塘地块的碰撞作用以及早白垩世班公湖以南雅鲁藏布江洋大规模俯冲消减作用<sup>[12,13]</sup>,使塔里木盆地周缘古缝合线开始复活,进入陆内造山活动期<sup>[13,14]</sup>,塔里木盆地南北两侧造山带进入构造活跃期,天山造山带开始隆升<sup>[16]</sup>,库车坳陷进入逆冲拗陷沉降演化阶段,发育了巨厚的陆相碎屑岩沉积,塔西南叶城—和田一线发育前陆冲断带。整个塔里木盆地白垩纪处于挤压应力场控制之下。早白垩世末,受冈底斯地块与拉萨地块的碰撞作用影响,塔里木盆地内部挤压强度增加,天山及塔北

地区发生共同隆升作用,导致塔北库车坳陷及台盆区缺失上白垩统沉积。

哈拉哈塘地区位置上处于库车前陆盆地的隆后拗陷,前陆盆地系统的构造演化,对其沉积充填演化具有控制作用,库车凹陷卡普沙良群沉积时期具有典型的前陆盆地挤压深陷的特征<sup>[14]</sup>,应用于前陆盆地沉降分析的弹性挠曲理论,一次逆冲加载将导致挠曲快速沉降,随后逆冲作用的变弱和停止而使沉降减慢,并由于剥蚀和应力松弛等造成回弹隆起<sup>[15,16]</sup>。库车凹陷卡普沙良群沉积响应于一次从逆冲挠曲快速沉降到逆冲减弱、回弹隆起的沉积充填<sup>[14,17]</sup>,同样位于隆后的哈拉哈塘地区卡普沙良群时期辫状河、滨浅湖以及湖泊,三角洲三种沉积体系的演化反映了南天山褶皱带的逆冲作用与盆地之间盆山耦合关系。

构造活动早期,强烈的逆冲造山作用,沿山前发育了巨厚的同逆冲构造期的冲积扇—河流砂砾岩沉积。前隆带中部沿羊塔克—新和—提尔根一线存在低隆剥蚀区,前隆带两侧斜坡则沉积了来自该剥蚀区的粗粒三角洲沉积<sup>[2]</sup>。在隆后哈拉哈塘地区该时期可与 SQ1 低位早期对应,可能存在两个主要物源方向,即来自前隆带和东南部的物源,辫状河道沉积在研究区内分布非常广泛。随后湖平面迅速上升,之后发育了水进体系域的浅湖沉积和高位域的三角洲沉积。舒善河组沉积早期,研究区内从南向北可划分出

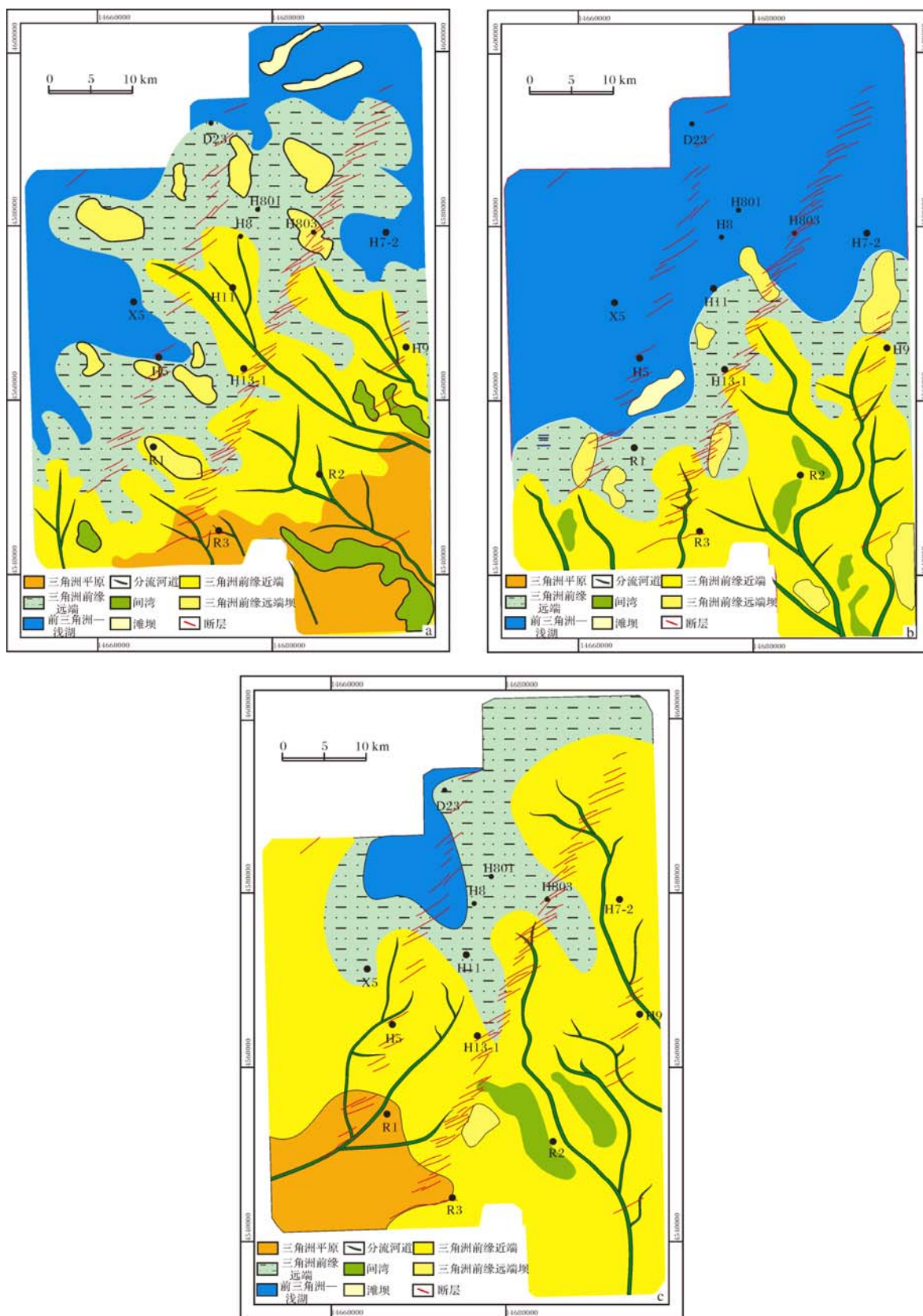


图 6 哈拉哈塘地区白垩系沉积相展布特征

a.SQ1 高位体系域沉积相展布; b.SQ3 低位—水进体系域沉积相展布; c.SQ5 低位—水进体系域沉积相展布

Fig.6 Distribution of sedimentary facies of the Cretaceous in Hanilcatam area

4个沉积相带,依次为三角洲平原相带、三角洲前缘近端相带、三角洲前缘远端相带和前三角洲—浅湖相带。其中三角洲平原分布面积小仅在研究区东南角分布,三角洲前缘远端相带最宽(图6a)。

构造活动中期,逆冲的构造楔和沉积物的重力加载,导致了岩石圈发生强烈的挠曲沉降或黏弹性均衡沉降,使可容纳空间迅速增加,形成了水进序列,此时,哈拉哈塘凹陷与库车凹陷连为一体,沉积以滨浅湖沉积为主<sup>[2,17]</sup>。在哈拉哈塘地区该构造活动时期可与SQ2、SQ3、SQ4对应,是卡普沙良群沉积演化中湖平面最高的时期,三角洲平原沉积已经向东南方向退出了研究区范围,仅在南部见曲流河三角洲前缘亚相(图6b)。

构造活动晚期,由于逆冲造山作用减弱,山前高差减小,缺少反映构造明显活动的边缘扇砂砾岩带的发育。同时,由于逆冲挠曲作用减弱,盆地沉降变缓,以河流和河流三角洲沉积为主的碎屑体系向盆地推进,形成了构造层序上部的水退序列<sup>[17,18]</sup>。此时隆后哈拉哈塘地区发育来自多个物源方向的三角洲沉积。与前两个时期相比一个显著特征是物源来自两个方向—东南部和西南部。在SQ5层序早期,来自东南方向的沉积物分散体系平面上从东南向西北方向可划分出三个相带,依次为三角洲前缘近端相带、三角洲前缘远端相带和前三角洲—浅湖相带;来自西南方向的沉积物分散体系平面上从西南到东北方向可划分出四个相带,依次为三角洲平原相带、三角洲前缘近端相带、三角洲前缘远端相带和前三角洲—浅湖相带。两个方向的沉积物展布在研究区中部汇合(图6c)。

## 4 有利区带预测

研究区总共发育了5次区域规模湖侵,湖侵时期沉积的泥岩主要为红色—红褐色的浅湖泥岩,泥质较纯,厚度大,尤其是SQ1、SQ2、SQ3、SQ5这四个层序内发育的泥岩厚度大,连续性好,可作为优质盖层。SQ1层序低位域主要发育辫状河三角洲平原或辫状河沉积,砂体分布范围广,与水进体系域发育滨浅湖泥岩构成一套良好储盖组合。而其他三套储盖组合分别有下部层序高位域和上部层序低位、海侵体系域发育的三角洲前缘与水下分流河道砂体,与上部层序海侵期形成的浅湖泥质沉积构成。其中SQ1高位体系域、SQ2低位体系域和高位体系域及SQ5高位体系域砂体分布范围广且稳定,并且SQ1、SQ3和

SQ5层序内部区域性湖侵规模较大,盖层发育情况好,为油气勘探重点层位。另外从目前的油气显示来看,油气显示也主要集中在这几个层序内。

储集砂体的类型主要为辫状河砂体、三角洲前缘近端分流河道及河口坝砂体、三角洲前缘远端砂体、滨浅湖砂坝砂体。这些砂体与研究区内的两条北东向的断裂带有机组合,形成岩性及构造—岩性复合型圈闭。白垩系现今具有南高北低的构造特征,而白垩系沉积时物源主要来自东南部,这种构造背景与砂体的配置关系不利于发育大型的地层圈闭,所以由三角洲前缘远端透镜状砂体形成的小型岩性圈闭以及砂体与断层配套形成的构造—岩性圈闭成为重要的勘探目标。三角洲前缘近端水下分流河道与断层组合可形成构造—岩性圈闭,三角洲前缘远端发育的远端坝及滨浅湖滩坝可形成岩性圈闭。因此,平面上SQ1层序低位体系域断裂带附近的辫状河砂体为有利目标;SQ1高位体系域、SQ2低位体系域和高位体系域及SQ5高位体系域的断裂带附近的近端分流河道及河口坝砂体及三角洲前缘远端砂体、滨浅湖砂坝砂体为有利的目标区带。

## 5 结论

(1) 通过测井曲线响应特征与地震反射特征识别出层序界面,利用VSP资料与合成地震记录对研究区内进行层位标定,建立区内骨干剖面的井—震结合层序地层格架。研究区白垩系卡普沙良群内部可划分为1个二级层序、5个三级层序,整体上是一个水进—水退旋回。各三级层序内部又可划分出低位、水进、高位三个体系域。

(2) 通过岩芯、测井、地震资料可识别出研究区发育的主要沉积相类型有辫状河沉积、曲流河三角洲沉积、湖泊沉积。盆地整体充填过程为早期辫状河、中期湖泊—三角洲以及晚期的河流—三角洲沉积相。它们分别代表了整个水进水退旋回中的相对低位、水进和高位等3个沉积相组合或沉积体系域。

(3) 哈拉哈塘地区位于库车前陆盆地的隆后拗陷,前陆盆地系统的构造演化,对其沉积充填演化具有控制作用。库车凹陷卡普沙良群沉积响应于一次从逆冲挠曲快速沉降到逆冲减弱、回弹隆起的沉积充填,同样位于隆后的哈拉哈塘地区卡普沙良群时期辫状河、滨浅湖以及湖泊、三角洲三种沉积体系的演化反映了南天山褶皱带的逆冲作用与盆地之间盆山耦合关系。



(4) 根据研究区储盖组合及断层分布情况,预测有利储集砂体主要为 SQ1、SQ2 和 SQ5 层序的水进体系域泥岩盖层之下的三角洲前缘远端的砂坝、滨浅湖滩坝砂体以及能与断层配套形成构造—地层圈闭的三角洲前缘水下分流河道砂体。在平面上,研究区中部三角洲前缘相带为有利储集相带。

### 参考文献 (References)

- 肖建新,林畅松,刘景彦. 塔里木盆地北部库车坳陷白垩系层序地层与体系域特征[J]. 地球学报, 2002, 23(5): 453-458 [Xiao Jianxin, Lin Changsong, Liu Jingyan. Characteristics of Cretaceous sequence stratigraphy and system tract in Kuqa depression, Northern Tarim Basin [J]. Acta Geoscientia Sinica, 2002, 23(5): 453-458]
- 王改云,王英民,廖飞燕,等. 阿克库勒地区白垩系层序地层样式及有利区带预测[J]. 吉林大学学报:地球科学版, 2010, 40(5): 996-1003 [Wang Gaiyun, Wang Yingmin, Liao Feiyan, et al. Sequence stratigraphic pattern and forecast of favorable zones for hydrocarbon exploration of Cretaceous in Akekule area[J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 2010, 40(5): 996-1003]
- 丁孝忠,林畅松,刘景彦,等. 塔里木盆地白垩纪—新近纪盆山耦合过程的层序地层响应[J]. 地学前缘, 2011, 18(4): 144-157 [Ding Xiaozhong, Lin Changsong, Liu Jingyan, et al. The sequence stratigraphic response to the basin-orogene coupling process of Cretaceous-Neogene in Tarim Basin, China[J]. Earth Science Frontiers, 2011, 18(4): 144-157]
- 贾承造,魏国齐.“九五”期间塔里木盆地构造研究成果概述[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(1): 11-14 [Jia Chengzao, Wei Guoqi. The summary of the achievements on the tectonic researches in Tarim Basin during the Period of 9th Five-Year Plan[J]. Petroleum Exploration and Development, 2003, 30(1): 11-14]
- 林畅松,李思田,刘景彦,等. 塔里木盆地古生代重要演化阶段的古构造格局与古地理演化[J]. 岩石学报, 2011, 27(1): 210-218 [Lin Changsong, Li Sitian, Liu Jingyan, et al. Tectonic framework and paleogeographic evolution of the Tarim Basin during the Paleozoic major evolutionary stages[J]. Acta Petrologica Sinica, 2011, 27(1): 210-218]
- 高岩,赵秀岐,张玮,等. 塔里木盆地层序地层特征与非构造圈闭勘探[M]. 北京:石油工业出版社, 2003: 50-57 [Gao Yan, Zhao Xiuqi, Zhang Wei, et al. Tarim Basin Sequence Stratigraphic Features and Non-structural Traps Exploration [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2003: 50-57]
- 刘勇,王振宇,马青. 英买力地区白垩系沉积特征及沉积相类型[J]. 新疆石油地质, 2007, 28(1): 20-24 [Liu Yong, Wang Zhenyu, Ma Qing. Characteristics and types of sedimentary facies of Cretaceous in Yinmaili area[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2007, 28(1): 20-24]
- 张希明. 塔里木盆地雅克拉地区卡普沙良群一段储油砂岩体沉积与孔隙发育特征[J]. 石油实验地质, 1994, 16(4): 389-396 [Zhang Ximing. Characteristics of the reservoir sand-body sedimentary and pore-evolution in the 1st section of the Kapushaliang Group Yakela area of the Tarim Basin [J]. Experimental Petroleum Geology, 1994, 16(4): 389-396]
- 赵敖山,丁勇,赵胜利. 塔北沙西—轮台地区亚格列木组砂岩沉积相及储层评价[J]. 新疆地质, 1999, 17(3): 263-269 [Zhao Aoshan, Ding Yong, Zhao Shengli. Sedimentary facies and reservoir evaluation of the sandstone of Yageliemu Formation from Shaxi-Luntai zone of northern Tarim Basin [J]. Xinjiang Geology, 17(3): 263-269]
- 朱如凯,高志勇,郭宏莉,等. 塔里木盆地北部白垩系古近系不同段、带沉积体系比较研究[J]. 沉积学报, 2007, 25(3): 325-331 [Zhu Rukai, Gao Zhiyong, Guo Hongli, et al. Comparison of different segmentations and zones during Cretaceous and Paleogene in north Tarim Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2007, 25(3): 325-331]
- 严德天,王华,王家豪,等. 库车坳陷东部白垩系沉积体系分析及有利油气勘探区带预测[J]. 地质学报, 2006, 80(3): 382-389 [Yan Detian, Wang Hua, Wang Jiahao, et al. Analysis of depositional systems and prediction of favorable regions of the Cretaceous in the east part of the Kuqa depression, Tarim Basin, Xinjiang [J]. Acta Geologica Sinica, 2006, 80(3): 382-389]
- 耿全如,潘桂棠,郑来林,等. 藏东南雅鲁藏布蛇绿混杂岩带的物质组成及形成环境[J]. 地质科学, 2004, 39(3): 388-406 [Geng Quanru, Pan Guitang, Zheng Lailin, et al. Petrological characteristics and original settings of the Yarlung Tsangpo Ophiolitic melange in namche barwa, SE Tibet [J]. Chinese Journal of Geology, 2004, 9(3): 388-406]
- 吴根耀. 藏东左贡地区碧土蛇绿岩:古特提斯主洋盆的地质记录[J]. 地质通报, 2006, 25(6): 685-693 [Wu Genyao. Bitu ophiolite in the Zogang area, eastern Tibet: Geological records of Paleo-Tethyan major oceanic basin [J]. Geological Bulletin of China, 2006, 25(6): 685-693]
- 李双建,王清晨,李忠,等. 砂岩碎屑组份变化对库车坳陷和南天山盆山演化的指示[J]. 地质科学, 2006, 41(3): 465-478 [Li Shuangjian, Wang Qingchen, Li Zhong, et al. Detrital modes of sandstones and their implications for basin-mountain evolution between the Kuqa depression and South Tianshan Mountains [J]. Chinese Journal of Geology, 2006, 41(3): 465-478]
- 孙龙德. 塔里木盆地库车坳陷与塔西南坳陷早白垩世沉积相与油气勘探[J]. 古地理学, 2004(2): 252-260 [Sun Longde. Sedimentary facies and exploration of petroleum of the Early Cretaceous in Kuqa depression and Southwest depression in Tarim Basin [J]. Journal of Palaeogeography, 2004(2): 252-260]
- 杜治利,王清晨,周学慧. 中生代库车—南天山盆山系统隆升历史的裂变径迹证据[J]. 岩石矿物学杂志, 2007, 26(5): 399-408 [Du Zhili, Wang Qingchen, Zhou Xuehui. Mesozoic and Cenozoic uplifting history of the Kuqa-South Tianshan Basin-Mountain System from the evidence of apatite fission tract analysis [J]. Acta Petrologica et Mineralogical, 2007, 26(5): 399-408]
- 严德天,王华,王家豪,等. 库车前陆盆地白垩系层序地层样式及控制因素分析[J]. 沉积学报, 2006, 24(6): 841-848 [Yan Detian, Wang Hua, Wang Jiahao, et al. Analysis of the Cretaceous sequence

- stratigraphic pattern and controlling factors in Kuqa Foreland Basin [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2006, 24(6): 841-848]
- 18 林畅松, 刘景彦, 张燕梅, 等. 库车坳陷第三系构造层序的构成特征及其对前陆构造作用的响应[J]. *中国科学(D辑): 地球科学*,

2002, 32(3): 177-183 [Lin Changsong, Liu Jingyan, Zhang Yanmei, *et al.* Depositional architecture of the Tertiary tectonic sequences and their response to foreland tectonism in the Kuqa depression [J]. *Science China (Seri.D): Earth Science*, 2002, 32(3): 177-183]

## Study on the Sequence Stratigraphy and Depositional Systems of the Kapushaliang Group of Cretaceous in the Central Tabei Uplift

LIU Yong-fu<sup>1</sup> ZHAO Jian-hua<sup>2</sup> FAN Qiu-hai<sup>1</sup> LIN Chang-song<sup>2,3</sup>  
YE Mao-lin<sup>1</sup> FAN Qian-qian<sup>2</sup> ZHANG Rong-xi<sup>4</sup>

(1. Research Institution of Petroleum Exploration and Development, Tarim Oilfield, PetroChina, Korla, Xinjiang 841000;

2. School of Energy and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083;

3. School of Ocean Sciences, China University of Geosciences, Beijing 100083;

4. College of Computer Science and Technology, Beijing University of Technology, Beijing 100124)

**Abstract:** Based on the theory of sequence stratigraphy and analysis of seismic data, logging, cores and outcrop information, the sequence stratigraphy framework of Cretaceous in the central Tabei Uplift is established. The Kapushaliang Group as a second-order sequence, is divided into five third-order sequences. Each third-order sequence consists of lowstand system tract, transgression system tract and highstand system tract. Braided river, meandering delta and lacustrine facies are recognized within the sequence. The distribution of sedimentary systems are analysed with the tectonic evolution of the foreland basin. Halahatang area is located in back-bulge zone of the Kuqa depression foreland basin. The structural evolution of foreland basin of Kuqa depression in Cretaceous has its phases, which controls the characteristics of depositional palaeogeography development in the depression in different stages. The sand bodies of lowstand system tract and highstand system tract of SQ1, SQ2 and SQ5 are favorable explore targets and the meandering delta front in the middle of the study area are also favorable zones.

**Key words:** Tabei Uplift; Cretaceous; sequence stratigraphy framework; sedimentary systems; favorable zones