

库车坳陷滑脱推覆构造成因及油气评价

周新桂 孙宝珊 李跃辉 邵兆刚

摘要：本文据地震和地质观察资料，解释和阐述了塔里木盆地北部前陆区库车坳陷中、新生界滑脱推覆构造平面、剖面特征，结合前缘隆起区有关资料，提出了库车坳陷滑脱推覆构造的成因机制，并对库车坳陷油气进行了初步评价，认为秋里塔克弧形构造内侧断弯褶皱、楔状三角体及推覆构造前缘盐构造控油有利。

关键词：滑脱推覆；成因机制；油气；库车坳陷

分类号：P542.1，P618.130 **文献标识码**：A

MECHANISM OF FORMATION OF DECOLLEMENT THRUST ZONE AND THE PROSPECT OF OIL-GAS IN KUCHE DEPRESSION IN NORTH TARIM BASIN

ZHOU Xingui, SUN Baoshan, LI Yuehui, SHAO Zaogang

Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100081

Abstract：This paper describes detailedly the characteristics of decollement thrust zone both in plane and in section of Mesozoic-Cenozoic rocks in the Kuche depression in the south foreland North Tarim basin by an analysis of the geophysical and geological data available. A mechanism of the formation of the thrust zone is first put forward and is followed by a preliminary evaluation of the oil-gas resources. The fault bend folds behind the Qiulitake arc and the triangle zone and the salt domes in the front of the thrust stack are considered the likely oil traps.

Key words：decollement thrust; mechanism of formation; oil-gas; Kuche depression

0 引言

库车坳陷位于塔里木盆地北部，北以南天山断裂带为界，南以亚南断裂和格他当乌-温宿北断裂与沙雅隆起、柯坪断隆毗邻，属塔里木盆地二级构造单元，总体呈EW向狭长带状展布，是一个中、新生代发育起来的前陆盆地^[1]。其构造形成于中新代，喜马拉雅期构造活动最为强烈，部分第四系参与褶皱。1994年以前人们只是停留在直观的构造认识上，随着塔北勘探程度的提高，许多地质工作者提出了用推覆构造对库车坳陷构造带进行解析^[2]，已取得了较显著的效果。笔者着重研究了库车坳陷地表地质特征和深部地球物理特征，并结合南部沙雅隆起断裂展布规律及其井下碎裂

岩特征研究等，从平面构造组合到剖面构造解析，从前陆区到前缘隆起区的构造对比组合，以及不整合面、剖面岩性组合，中、新生代构造应力场的综合研究，提出库车坳陷应属于浅层次滑脱推覆构造，并阐述了其成因机制。

1 库车坳陷滑脱推覆构造特征

滑脱推覆构造大多数处于受挤压的地块边缘^[3]。从区域上看，构造由一系列逆冲断层及伴生褶皱的平行条带组成，褶皱多出现于逆冲断层的上盘，两者走向一致，构造传递有其规律性；在剖面上，表现为深处断层向浅处延伸且与岩层面或层理重合，岩性的变化及其可塑性差异决定了断层位置变化，但断层总是向上覆层发展传递。

1.1 构造带的地表地质特征

库车坳陷由北而南主要发育三排NEE—EW向背斜带，即依奇克里克背斜带、秋里塔克背斜带、亚肯背斜带(图1)。地表见第四系、新近系和下白垩统参与褶皱变形；褶皱与逆冲断层相伴，北部背斜紧闭，向南依次变宽缓，两翼不对称，具北陡南缓特征；秋里塔克背斜带呈明显南凸弧形斜列展布。各背斜间的向斜宽缓，平面上形成隔挡式构造。另外，中生代的沉积中心在坳陷北部，新生代的沉积中心向南迁移。各背斜的轴部出露地层由北向南依次为下白垩统卡普沙良群(K₁kp)、新近系(N)和第四系。

总之，库车坳陷由天山山前向盆腹从逆冲冲断带到尖棱背斜、箱状背斜直至宽缓背斜，变形强度逐渐降低，卷入褶皱的地层也越来越新。另外，库车前陆变形区除发育了许多与断裂作用有关的褶皱构造、断块构造外，还发育了由于膏盐的塑性流动而形成的底辟、刺穿等类型的盐构造，从而导致库车坳陷构造带上局部构造类型的多样化。

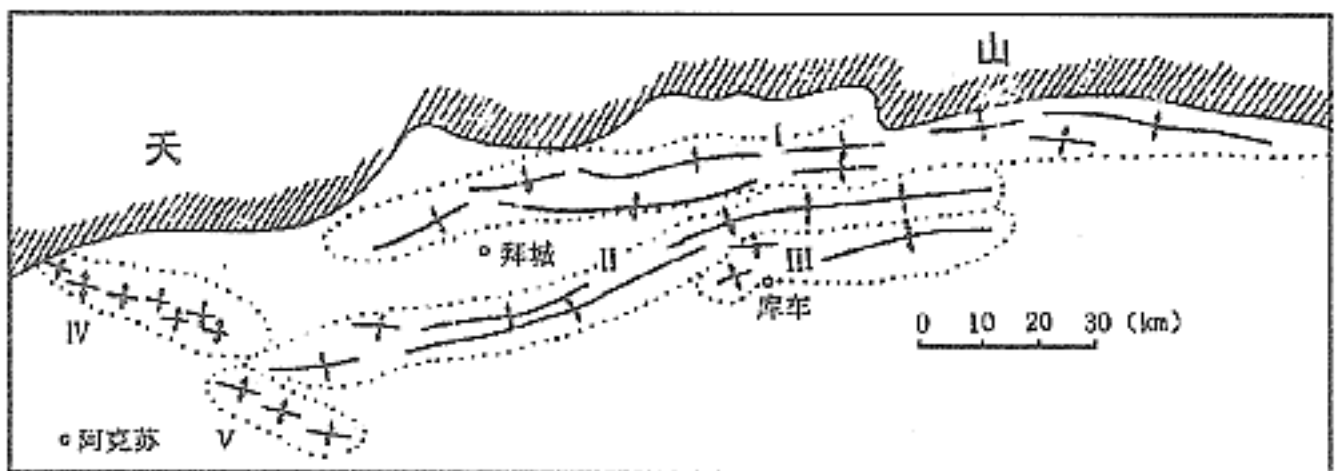


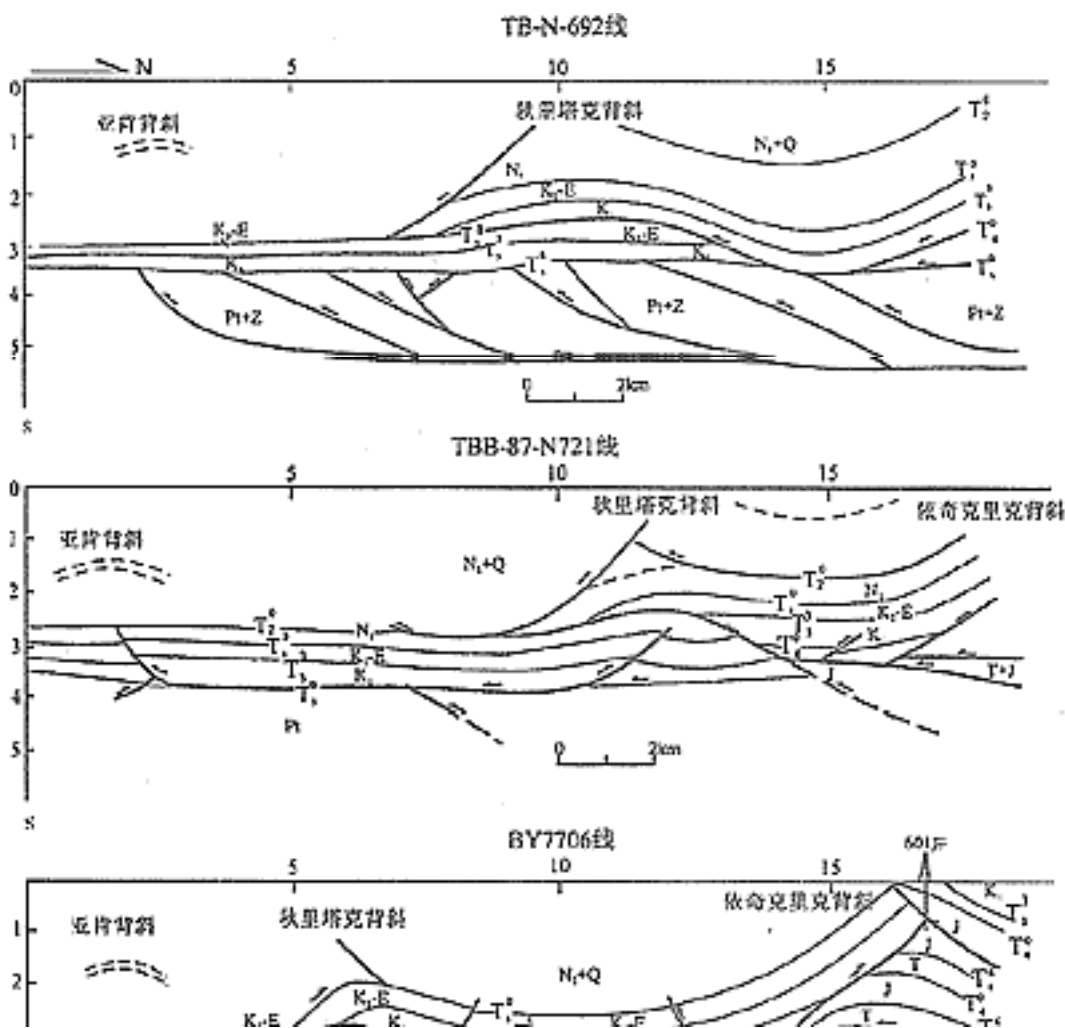
图1 库车坳陷直线型背斜带示意图

Fig.1 Sketch of linear structure in the Kuche depression

·依奇克里克背斜带； ·秋里塔克背斜带； ·亚肯背斜带； ·北斜列雁行式背斜带； ·南斜列雁行式背斜带

1.2 构造带的地球物理特征

坳陷区内岩浆活动极少，航磁异常反映平缓。根据库车坳陷TB-N-692线、TBB-87-N721线、BY7706线三条地震剖面(t_0)的构造解析结果可以看出(图2)，库车坳陷明显存在上下两种不协调的构造组合型式，以前中生界顶地震反射界面 T_5^0 为界，其下为前震旦系或震旦系，发育一系列北倾、向南逆冲的断层系，组成了前中生界逆冲推覆构造；其上中生代地层明显错断和重复，褶皱出现的部位与亚肯、秋里塔克、依奇克里克背斜带位置相对应，背斜带底部反射平缓(T_5^0)，表现为无根背斜。反映该区中、新生界是以浅层次($<3.5s$)构造变形为主的滑脱推覆构造。



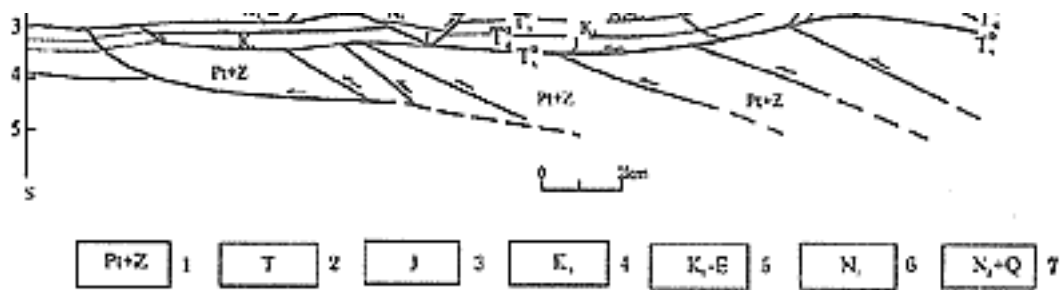


图2 库车坳陷滑脱推覆构造剖面图

Fig.2 Sections of decollement thrust in the Kuche depression

1.前震旦及震旦系；2.三叠系；3.侏罗系；4.下白垩统；5.库姆格列木群；6.中新统；7.上新统及第四系

剖面上中、新生代构造变形强度由北向南明显减弱，褶皱幅度逐渐降低，褶皱轴部地层逐渐变新。总的说来，库车坳陷滑脱推覆构造存在三个主要的滑脱面：下滑脱面出现在中生界底部(T_5^0)，上滑脱面出现在中新统苏维组(N_1s)底部(地震反射界面 T_2^0)，中滑脱面处于库姆格列木群($K_2—E$)顶部(地震反射界面 T_3^0)。不同的剖面表现有不同的特征，现以TBB-87-N721线为例加以说明，依奇克里克背斜仅出现南翼，亚肯、秋里塔克背斜形态完整。该剖面存在上下两个滑脱面： T_5^0 和 T_2^0 。北端一支利用前中生界基底低角度冲断层在秋里塔克背斜处以小角度切入中生代地层，出现明显断坡，沿 T_2^0 滑行形成断坪、前锋；另一支沿 T_5^0 风化壳或剥蚀面向南延伸，在亚肯背斜处切入中新界，使上覆新近系、第四系发生褶皱变形。依奇克里克背斜发育多层叠合的双重构造，多片逆冲席依次向南逆冲叠合(见BY7706线)，致使依奇克里克背斜地区中生界厚度达1000m以上，构造幅度最大；中部秋里塔克背斜处在断坪上下形成被动顶板双重构造，是上盘逆冲席向南推覆而上，而上部地层被剥离掀起相对向北逆冲之结果，背斜规模小于依奇克里克背斜；亚肯背斜处于库车坳陷浅层滑脱推覆构造的前缘，活动较弱，背斜宽缓。

库车地区从西部BY7706线向东至TB-N-692线，滑脱推覆构造变形强度逐渐变弱，反映褶皱构造幅度逐渐变小，推覆距离也逐渐变短。

2 滑脱推覆构造的成因机制

分析滑脱推覆构造变形的成因，主要考虑构造背景、岩性、岩石组合和岩性界面的力学性质以及构造应力场应力作用的方向和方式几个方面。

2.1 沉积特征差异

库车坳陷地区在古生代为隆起区，中、新生代为前陆盆地，其沉积主要受控于南天山造山带。随着南天山褶皱带向南不断迁移，沉积亦不断向南扩展。据地质、钻井、地震资料研究，三叠系仅限于天山山前地段，即依奇克里克褶皱带附近，近EW向展布，总体表现为北厚南薄的形态，以山麓冲积扇、河湖相沉积为主；侏罗纪基本上继承了三叠纪的沉积格局，沉积中心向南有所迁移，主要在秋里塔克背斜北翼以北地区，以河湖相沉积为主；早白垩世库车坳陷与南部的克拉通坳陷水体相连，接受广泛

沉积,早白垩统覆盖全区,总体表现为北厚南薄,以河湖相沉积为主;晚白垩世—古近纪,基本上继承了早白垩世的构造的沉积格局,发育冲积扇—河流—湖泊相沉积,亦为北厚南薄;新近纪库车拗陷快速沉降,发育规模巨大的沉积扇群、冲积平原和湖泊沉积,中、新生代碎屑岩直接覆盖在震旦系或前震旦系基底之上,形成一个明显的岩性分界面,或岩石力学性质突变点,促成了库车拗陷前中生界顶界(T_5^0)面上、下地层形成极不协调的两种构造组合型式,其下刚性基底岩石力学性质较均一,构造变形表现为逆冲推覆;其上因沉积环境和沉积体系的变化,组合的岩石力学性质非均质性强,形成浅层次滑脱型推覆构造,构成双重构造组合,出现众多的断弯褶皱、表层褶皱、滑冲断层。

2.2 存在几大主要滑脱面

滑脱层位的研究在前陆区褶皱冲断带的分析中起着重要的作用。滑脱层的发育主要受岩性组合的控制,其受力后非能干层容易产生塑性变形和滑动,断层在软弱层中多顺层发育,常形成断坪;能干层受力后易产生破裂形成断坡,常构成断片或推覆体。一个地区强、弱岩层的组合对区域构造变形形态具有明显的控制作用^[4]。因此,地层中薄弱面的存在是形成滑脱推覆构造的最基本的地质条件。

库车拗陷内中、新生代沉积了多套塑性地层,存在多个滑脱层。吉迪克—苏维依组(N_{1j} — N_{1s})泥岩、膏盐、膏泥岩发育;库姆格列木群(K_2 —E)顶部膏盐岩、卡普沙良群(K_{1kp})上部泥岩、三叠系—侏罗系中的煤系地层、泥岩和前中生界顶面(T_5^0)为重要的岩性界面,风化壳中流体活跃,可起到与滑脱层等效的作用。通过岩性特征和地震剖面的对比,这些滑脱层分布较稳定,是区域性软弱层,构成了库车拗陷内中、新生代的主要滑脱界面,在地震剖面上这些滑脱界面附近明显表现为上下构造不协调现象。另外,塔里木盆地北部地区存在三个地层流体孔压异常段,可作为很好的滑脱层面,主要集中在吉迪克组下部—库姆格列木群上部、库姆格列木群底部和 T_5^0 风化壳(高压异常段)。

从雅克拉—沙西断凸区井下大面积分布的3套(T — K_{1kp} 、 K_2 —E、 N_{1-2k})碎裂岩来分析^[5,6],碎裂岩段也与区域性软弱层和压力异常段具有很好的纵向配置关系,即碎裂岩位于软弱层和超压层之上,如 T — K_{1kp} 碎裂岩置于 T_5^0 面之上发育, T — K_{1kp} 成为一个变形层。

上述区域性的软弱层和超压层是拗陷中大范围、大规模滑脱型逆冲推覆构造产生的主要原因之一。

2.3 区域稳定的近SN向挤压应力场

在库车拗陷地区,印支和燕山运动较为强烈。表现在库车山前局部地段缺失中、上侏罗统;阳霞河剖面见早侏罗统阿合组与晚三叠统塔里奇克组之间出现角度不整合;克拉苏河剖面见早白垩统微角度不整合于中侏罗统之上;吐格尔明剖面表现为早白垩统与晚侏罗统间不整合;古近系库姆格列木组以角度不整合于白垩系及侏罗系之上等。经应力场研究^[7]认为:印支期构造运动主压应力方向为SN向,应力值为37.6MPa;燕山期主压应力方向仍为SN向,小为57.8MPa。这两期构造运动形成了前陆盆地褶皱—冲断带的雏形。

喜马拉雅运动中晚期,库车拗陷活动最为强烈,是前陆盆地的主要变形期。该期应力场主压应力方向近SN向,主应力大小为52.3—97.3MPa。现今应力场仍然是近SN向

挤压应力场。因此，库车坳陷中、新生代区域近SN向挤压应力作用是形成库车地区滑脱型推覆构造的稳定而有利的动力条件，重力作用也是不可忽视的重要动力条件。

归纳起来，库车坳陷是在区域稳定的近SN向挤压应力作用下，沿复活的基底断层和软弱面产生滑脱型冲断而导致地层的叠覆、褶皱或缩短。另外，库车坳陷浅层次滑脱推覆构造向南消失于亚肯背斜，而南侧轮台、亚南断裂为深层次逆冲推覆前缘分支断层进入中、新生代盖层，也就限制了库车中、新生代浅层次滑脱推覆构造超越亚肯背斜。但亚南断裂以南地区中、新生界所表现出来的外围、次级小断层、宽缓背斜区及单斜区的构造面貌，符合塔里木盆地北部地区中、新生界由北而南滑脱推覆构造系统在平、剖面上的区域性组合规律，从侧面印证了笔者对库车坳陷中、新生界滑脱推覆构造的认识。

3 油气初步评价

库车坳陷局部构造非常发育，东西成排成带分布，由北向南构造变形幅度变小，完整性趋好，主要形成于喜马拉雅中晚期，与坳陷区三叠—侏罗系陆相烃源岩系喜生烃高峰期—喜马拉雅中晚期匹配，发育多套储盖组合。油气运移由北向南不仅可沿不整合面、地层疏导层作侧向运移，还可以沿断裂作侧向或垂向运移，现已证实新近系苏维依组底部砂岩和 T_5^0 不整合面是重要的侧向运移通道。以新近系苏维依组膏盐层为界，以下发育断裂背斜、断块构造等圈闭类型，十分发育的断裂是油气垂向运移的通道，其上又被广泛发育的膏盐层覆盖，封盖条件良好，成油组合十分有利，构成了库车坳陷盐下勘探层，克拉2并于盐下构造带(克拉苏构造)已取得突破，证明了该勘探层油气前景喜人。苏维依膏盐层之上主要为完整背斜、盐底辟构造，因推覆断裂的存在，油气也可在盐上构造中聚集成藏。达宛其构造于库车组、康村组及第四系均获油气突破，预示该勘探层有油气前景。另外，依奇克里克背斜、大涝坝构造已获工业油流，证实了库车地区有良好的油气前景。从构造角度分析，该区有利的聚油部位主要有：滑脱面以下的褶皱圈闭。如中带秋里塔克背斜，特别是其弧弯内侧圈闭控油最有利，其次是楔状三角体联合圈闭和滑脱推覆构造前缘盐上、盐下构造。

基金项目：“八五”、“九五”国家攻关项目“新疆塔里木盆地北部主要断裂应力场特征与油气关系研究”和“塔里木盆地构造变形特征与控油作用研究”(项目编号85-101、96-111)

作者简介：周新桂(1996—)，男，助理研究员。硕士，主要从事石油地质、石油构造、地应力等方面的研究工作。

孙宝珊，周新桂。“八五”国家攻关项目“新疆塔里木盆地北部主要断裂应力场特征与油气关系研究”。

作者单位：中国地质科学院地质力学研究所，北京 100081

参考文献

[1] 刘和甫，等.天山两侧前冲断系构造样式与前陆盆地演化[J].地球科学，1994，19(6)：727—741.

[2] 康玉柱.中国塔里木盆地石油地质特征及资源评价[M].北京：地质出版社，

1996.299—301.

[3] 王燮培, 费琪, 张家华.石油构造分析 [M] .武汉: 中国地质大学出版社, 1991.184—238.

[4] 梁慧社, 康志宏.塔里木盆地库车坳陷地质结构及含油气远景评价 [J] .西北油气勘探与开发, 1997, (1): 1—12.

[5] 周新桂, 孙宝珊.新疆塔里木盆地北部井下碎裂岩特征及其与油气关系 [J] .地质力学学报, 1996, 2(3): 65—67.

[6] 刘青芳, 刘树晖.塔北地区井下中、新生界碎裂岩 [A] .见: 贾润胥主编, 中国塔里木盆地北部油气地质研究 [C] .武汉: 中国地质大学出版社, 1991.331—335.

[7] 孙宝珊, 丁原辰, 邵兆刚.声发射法测量古今应力在油田的应用 [J] .地质力学学报, 1996, 2(2): 11—17.

[8] 姚远虑, 杨爱棠.塔里木盆地库车坳陷含油气远景初探 [J] .中扬油气勘查, 1996, (1): 1—8.

收稿日期: 1999-01-05