

柯坪断隆古生代的构造属性及其演化特征*

张 臣¹, 郑多明², 李江海¹

(1. 北京大学地质学系, 北京 100871; 2. 塔里木石油勘探开发指挥部, 新疆库尔勒 841000)

摘要: 柯坪断隆与巴楚隆起古生代无论在地层系统、岩石组合、古生物及沉积相特征等方面均存在可比性, 表明柯坪断隆和巴楚隆起前中生代是连为一体的, 同属塔里木盆地的组成部分。中生代柯坪-巴楚隆起形成雏形, 柯坪地区缺失中生代沉积。新生代由于受欧亚板块南缘地体增生, 板块碰撞远距离效应和西南天山地区复活造山影响, 在上新世末-更新世初, 柯坪断隆沿柯坪塔格-沙井子断裂发生强烈挤压形成柯坪逆冲推覆构造带。柯坪断隆构成推覆构造带的上部掩冲构造层, 巴楚隆起向西北延伸的部分构成推覆构造带的下伏构造层。地面油气显示不能证明地下已无油气藏存在, 不能排除在该区找到大型逆冲断层遮挡圈闭型及牵引背斜圈闭型油气藏的可能。

关键词: 构造属性; 逆冲推覆构造; 柯坪断隆

第一作者简介: 张臣, 男, 53岁, 副教授, 构造地质与区域地质

中图分类号: P542

文献标识码: A

柯坪断隆是塔里木盆地西北缘独具特色的构造单元。在构造上, 柯坪断隆明显截切并逆掩于巴楚隆起及阿瓦提坳陷的西北边缘上。目前有关柯坪地区的构造认识主要有两种: (1) 走滑或斜冲构造^[1~3]; (2) 逆冲推覆构造^[4~6]。主要问题在于对柯坪断隆中几排山脉地质对比及其地质关系认识不一致以及区域构造运动矢量证据不足, 特别是对柯坪断隆与巴楚隆起的构造演化及其相互关系研究相对较少。

1 古生代构造属性

元古代晚期经塔里木运动形成的古塔里木板块, 自早震旦世开始发生裂解, 在其北部边缘发育南天山大陆裂谷盆地。随着寒武-早中奥陶世地壳拉伸速率增大, 南天山裂谷带进一步发展, 导致塔里木板块与哈萨克斯坦板块分离形成南天山陆间洋盆, 柯坪-巴楚地区属被动大陆边缘的组成部分。

柯坪地区古生代下中寒武统为白云岩、灰岩为主的碳酸盐岩沉积, 底部为含磷层和碎屑岩沉积。巴楚地区和4井寒武系底部产小壳化石的含磷层段与柯坪地区沙井子玉尔吐斯组极为相似。柯坪和巴楚地区中寒武统阿瓦塔格组都以含膏、含盐为特征。柯坪地区上寒武统-下奥陶统丘里塔格群

下亚群以白云岩为主, 夹少量厚度不稳定的灰岩, 常含燧石团块和燧石条带, 顶部含 *M. sevierensis* 牙形石。巴楚地区丘里塔格群以灰岩为主夹白云岩, 顶部也含有 *M. sevierensis* 牙形石。巴楚地区下奥陶统一间房组与柯坪地区大湾沟组的主要岩石组合都是泥-灰岩建造, 且都含头足类、三叶虫化石。一间房组发育有以葵盘类为主要造礁生物的生物礁, 大湾沟组局部也发育有以葵盘类为主要造礁生物的生物礁。巴楚地区下中奥陶统吐木休克组与柯坪地区的萨尔干组-坎岭组都以泥晶灰岩为主夹有瘤状灰岩, 都含有 *B. alobatus.*, *P. anserinus.*, *P. serra.* 等牙形石, 差别主要是巴楚地区缺少柯坪地区下中奥陶统萨尔干组的黑色笔石页岩相。

上述建造特征表明, 寒武纪-早中奥陶世柯坪-巴楚地区为被动大陆边缘陆棚相沉积。奥陶纪后期, 哈萨克斯坦板块、准噶尔板块和塔里木板块相碰撞, 导致中国西部一次强烈而广泛的构造事件。受这一碰撞事件影响, 柯坪-巴楚地区普遍抬升, 导致上奥陶统局部剥蚀缺失。阿克苏隆起进一步扩大, 柯坪塔格隆起在奥陶纪末已具雏形, 巴楚地区表现为柯坪隆起向东南延伸的水下鼻状凸起。

志留-泥盆系, 柯坪-巴楚地区均为灰绿色、紫红色碎屑沉积。两地区地层时代划分存在分歧: 王念忠、张师本^[7,8]将柯坪塔格组上段及塔塔埃尔塔格组、依木干他乌组划归下志留统, 认为中上志留统缺失, 将克兹尔塔格组划归下中泥盆统, 东河塘组和巴楚组含砾砂岩段划归上泥盆统。国家科

* 国家自然科学基金资助项目(编号: 40072072)

收稿日期: 2001-09-12

技攻关 96-111 项目研究报告* 将柯坪塔格组中上段划归下志留统,塔塔埃尔塔格组划归中上志留统,依木干他乌组、克兹尔塔格组划归下中泥盆统,巴楚组下中段划归上泥盆统。柯坪与巴楚断隆沉积地层系统和事件地层学对比研究报告** 将柯坪塔格组中上段及塔塔埃尔塔格组划归下志留统,依木干他乌组划归中志留统,克兹尔塔格组划归上志留-下、中泥盆统,东河塘组为上泥盆统。尽管两地区地层时代划分存在诸多分歧,但两地的岩石组合及产出的化石组合具有一定的相似性,特别是依木干他乌组都产有 *Eurymyella* sp. 和 *Yunnanen-*

sis, *Parallelodon* sp. 等双壳类化石,顶部均产 *Ozarkodina* cf. *edithae* 带牙形石组合,在塔塔埃尔塔格组中都发育有 *Hanyangaspis*-*Sinacanthus* 无颌类和棘鱼类化石组合。岩相古地理分析表明,柯坪-巴楚地区中志留世均处于内陆架沉积环境(图 1)。晚志留-早中泥盆世柯坪-巴楚地区均为紫红色砂岩,均处于三角洲前缘沉积环境(图 2)。柯坪地区缺失上泥盆统沉积,巴楚地区上泥盆统东河塘组为滨岸相灰白色、灰绿色细砂岩和细砾岩。两地志留-泥盆系岩相和生物古地理亲缘关系表明柯坪-巴楚地区为一统一的古隆起。

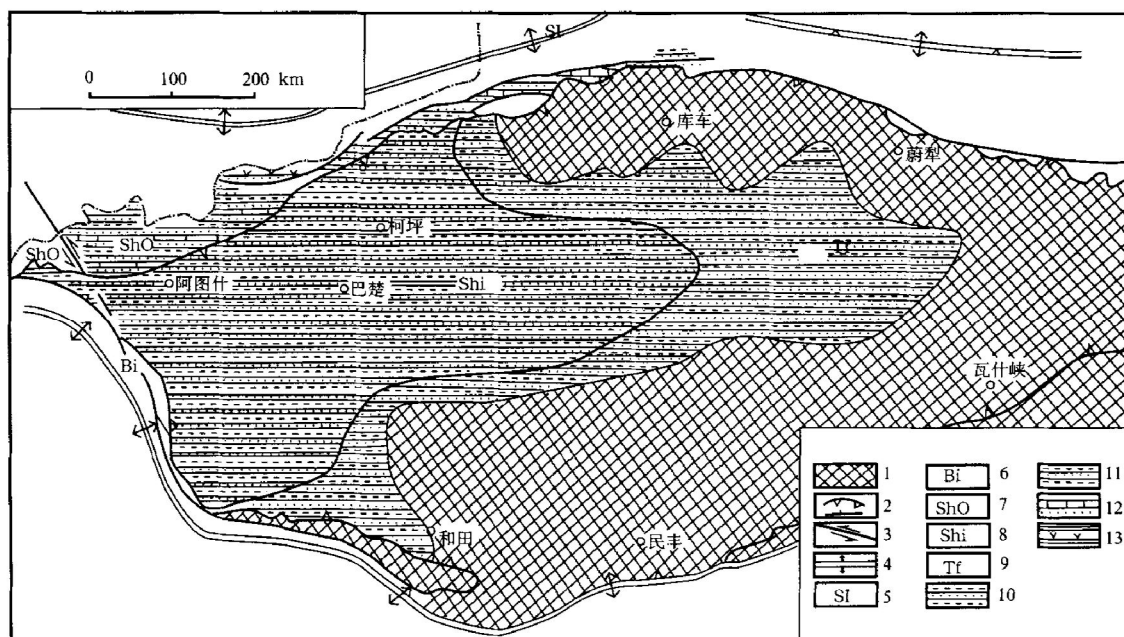


图 1 柯坪-巴楚地区 S_2 依木干他乌期岩相古地理图

Fig. 1 Lithofacies-palaeogeographic map of Yimugantawu period(S_2) in Keping-Bachu area

1—古陆; 2—塔里木盆地边界; 3—走滑断裂; 4—板块拉张边缘; 5—陆坡盆地; 6—障壁岛; 7—外陆架; 8—内陆架; 9—潮坪;
10—灰岩夹薄层砂岩、粉砂岩; 11—泥岩夹砂岩、粉砂岩; 12—砂页岩夹灰岩; 13—硅质页岩夹火山岩

柯坪-巴楚地区石炭系一下二叠统既存在一定差异又有较强的可比性。巴楚地区发育石炭系,下石炭统巴楚组和卡拉沙依组以发育灰岩、泥灰岩、碎屑岩为主,夹有薄层石膏。上石炭统小海子组为泥质灰岩、砂屑灰岩和灰质页岩。柯坪地区缺失下石炭统和上石炭统的部分沉积。柯坪地区的上石炭统-下二叠统比京他乌组和康克林组和巴

楚地区的小海子组和南闸组均为海相碳酸盐岩夹碎屑岩沉积,且都发育生屑灰岩。康克林组和南闸组都发育有 *N. pequopensis*-*S. whitei* 牙形石,比京他乌组和小海子组都发育 *Fusulina*-*Fusulinnella* 筴化石。下二叠统都以发育火山岩-碎屑岩建造为特征。从早二叠世开始,塔里木盆地西部受热扩张事件影响,柯坪-巴楚地区发生大规模玄武岩喷发。柯坪地区分为上、下两套玄武岩,其间夹有碎屑岩和煤系,喷发物质主要是碱性玄武岩系列,斯坦福大学刘军等根据玄武岩的化学成分及稀土元素和痕量元素的分配模式认为,玄武岩的演化反映了地壳扩张状态下的上地幔局部熔融,玄武岩来源于上地幔浅部,具大陆裂谷火山-沉积建造特征。

* 北京大学地质学系,成都地质矿产研究所. 国家科技攻关 96-111 项目:新疆塔里木盆地志留纪-泥盆纪地层划分及沉积相研究报告(内部),1998

** 塔里木石油勘探开发指挥部,江汉石油管理局勘探开发研究院. 柯坪与巴楚断隆沉积地层系统和事件地层学对比研究报告(内部),1998

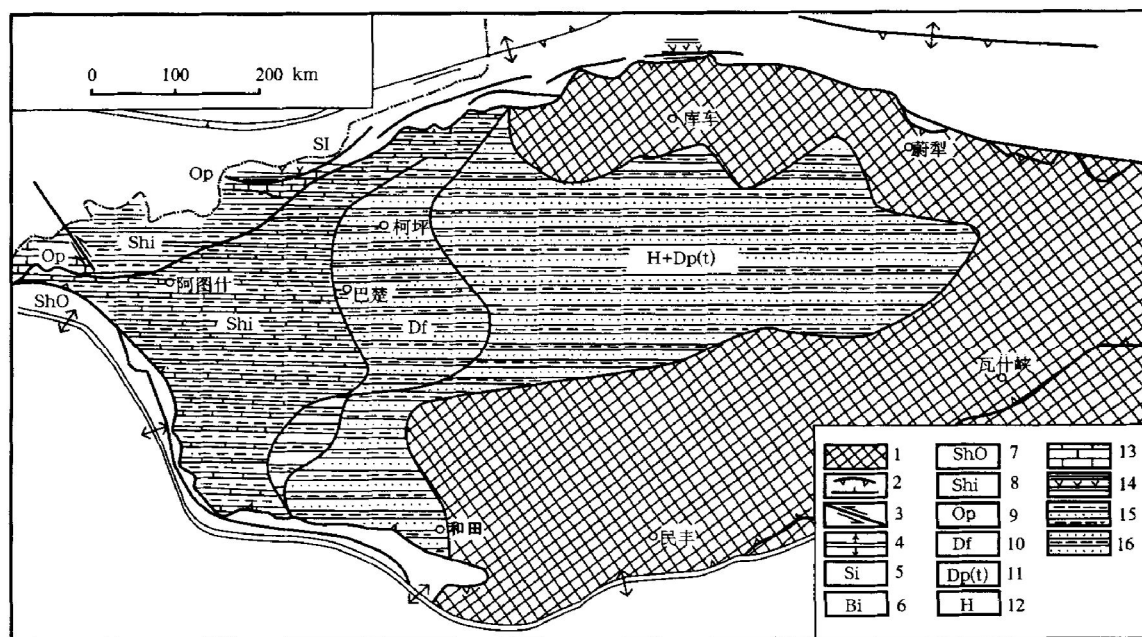


图2 柯坪-巴楚地区 S_3-D_{1-2} 克兹尔塔格期岩相古地理图

Fig. 2 Lithofacies-palaeogeographic map of Keziertage period (S_3-D_{1-2}) in Keping-Bachu area

1—古陆; 2—塔里木盆地边界; 3—走滑断裂; 4—板块拉张边缘; 5—陆坡盆地; 6—障壁岛; 7—外陆架; 8—内陆架; 9—开阔台地;

10—三角洲前缘; 11—潮控三角洲平原; 12—河流; 13—台地相碳酸岩; 14—硅质页岩夹火山岩; 15—泥岩夹薄层砂岩; 16—砂岩泥岩互层

柯坪地区玄武岩 K-Ar 同位素年龄为 292.4~259.8 Ma 和 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 法同位素年龄为 277.8 Ma^[9], 巴楚地区基性岩墙 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 法同位素年龄为 275.6 Ma 和 Sm-Nd 法同位素年龄为 259 Ma^[10]。柯坪地区的库普库兹满组、巴立克里克组和巴楚地区阿恰群下碎屑岩段都产有相似的孢粉化石, 表明柯坪-巴楚地区石炭系-下二叠统是连为一体的, 均为塔里木盆地沉积区的一部分。二叠纪晚期, 由

于中天山岛弧与塔里木板块斜向碰撞, 南天山洋闭合形成古天山造山带, 柯坪-巴楚地区形成区域性 NW 向隆起。二叠纪晚期的隆起依然可与盆地内的隆起区对比。与塔里木盆地不同的是柯坪地区新生代没有下沉成为盆地, 而是在上第三纪中新世时期沿柯坪塔格-沙井子断裂发生强烈褶皱-逆冲作用, 形成典型的柯坪塔格弧形叠瓦状逆冲推覆构造带(图3)。从柯坪叠瓦状逆冲构造带中逆掩断

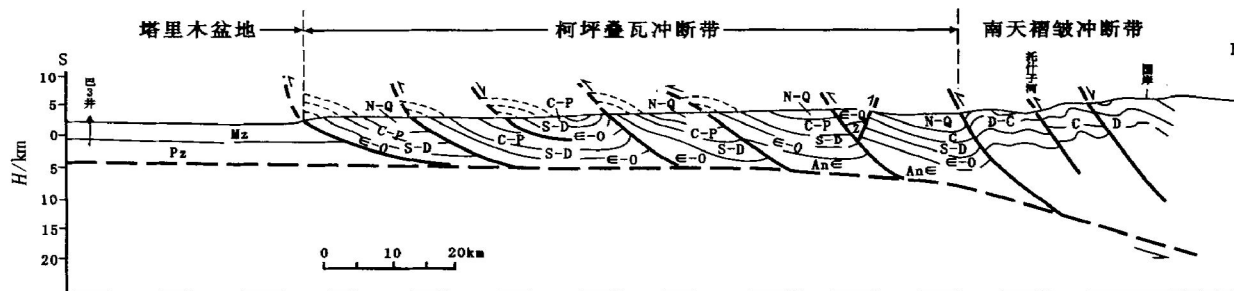


图3 柯坪塔格逆冲推覆构造横剖面

Fig. 3 Cross section of thrust belt in Kepingtage

层在平面上呈近于弧型展布的特点看, 这类逆冲断层在剖面上往往具有上陡下缓的犁式断层特点, 即柯坪逆冲推覆带是沿寒武系底部滑脱面掩冲上来的, 柯坪断隆构成柯坪掩冲构造层。巴楚隆起向北西延伸的部分被隐伏在柯坪逆冲推覆体之下, 构成柯坪推覆体的隐伏构造层。

2 中生代构造演化

中生代时期: 随着晚古生代晚期天山洋盆的闭合, 塔里木板块与哈萨克斯坦-准噶尔板块碰撞, 塔里木北缘形成前陆盆地, 局部发育伸展断陷盆地。二叠纪后期形成的前陆盆地在三叠纪-侏罗纪时得到进一步发展, 在库车-拜城地区发育前陆盆地

堆积。而柯坪-巴楚仍保持区域性的NW向隆起未接受沉积。三叠纪末期,西昆仑地区康西瓦断裂所代表的古特提斯洋闭合,羌塘地体与塔里木板块南缘碰撞,昆仑山造山带急剧上升,并在山前产生大规模陆内A型俯冲,巴楚隆起作为复合前陆盆地的前缘隆起在侏罗纪-白垩纪持续上升,其上普遍缺失中生界一早第三系沉积。同时巴楚隆起边界断裂开始活动。

新生代时期:第三纪以来,由于印度板块在和欧亚板块碰撞以后继续不断的向北推挤,巴楚隆起周边断裂强烈活动,形成NW向大型复式褶皱带。柯坪地区由于受南天山强烈挤压作用影响,在上新世-更新世,柯坪断隆沿柯坪塔格-沙井子断裂以逆冲推覆构造形式被推覆到巴楚隆起带上,形成典型的逆冲推覆构造带,从而构成现今两个相互截切的构造单元,这可由各逆冲叠瓦带的古生界逆掩于阿图什组之上得到佐证。

柯坪推覆构造带东起阿克苏,西可延伸到乌恰以北,其主体由六排与山脉走向平行的推覆体或冲断席组成,每个推覆体由寒武系-二叠系组成,在地貌上构成弧形分布的多列单面山。从底部冲断层的断层角砾岩为上寒武统灰岩看,柯坪叠瓦逆冲推覆带的滑脱面应为中寒武统膏泥岩段。根据每个推覆体间的组合、掩覆、切割关系判断,推覆体的形成方式具背驮式发展特征,现今浅源地震多分布于柯坪塔格山前,这与总体背驮式向前发展的结论是一致的。

柯坪推覆构造带构造变形具有南北分带、东西分块的特征,柯坪推覆构造带在皮羌断裂以西,由于前缘基底和老地层埋藏较深,新地层对它的阻挡相对较弱,故在前缘形成托帕、阿图什、喀什背斜为代表的三排逆冲构造带。在皮羌和阿恰断裂之间,基底构造线NW向,老地层埋深浅,这些老地层对柯坪推覆体顶端的阻挡作用大,以形成叠瓦冲断带为特征。在阿恰断裂以东,虽然前缘阿瓦提凹陷基底和老地层埋藏较深,但由于阿克苏古隆起的阻挡,使推覆作用在前缘构造变形相对较复杂。

3 油气意义

柯坪断隆古生代构造属性及新生代推覆构造模式对在柯坪地区开展油气资源勘探具有重要意义。柯坪-巴楚地区寒武系及奥陶系以台地相的碳酸盐岩为主,寒武系生油岩厚度为327 m,其中

泥岩4.6 m,碳酸盐岩322.4 m,奥陶系生油岩厚度为297 m,其中泥岩100 m,碳酸盐岩197 m,泥岩主要集中在中上奥陶统^[11]。石炭-二叠系也有巨厚的生油岩。油气显示包括东部奥陶系灰岩晶洞油苗以及皮羌断裂附近石炭-二叠系晶洞油苗、沥青脉等。多套生油岩系表明该区具有较大的生油潜力和良好的油气前景。许多人将柯坪地区视为找油禁区,主要是因为保存条件太差。实际上,对本区油气保存条件应辩证地看,一方面推覆构造使古油气藏的平衡遭到破坏,油气沿断裂向上运移至地表遭氧化;另一方面,在推覆过程中形成的与断裂相关的褶皱,如断弯褶皱、断展褶皱和滑脱褶皱等,油气向褶皱高部位运移聚集形成新的局部捕油构造是油气调整的另一种途径。从构造角度分析,柯坪逆冲推覆构造形成两大构造层,下部隐伏构造层为巴楚隆起西段向北西方向延伸部分,下部隐伏构造层保存好,隆起发育早,后期下降幅度不大,烃源岩和目的层不仅未出露地表,而且有厚近千米的古生代地层覆盖,如能聚集油气,应当不致散失,可形成大型逆冲断层遮挡圈闭型油气藏。事实上,国内外在逆掩推覆带及下伏被动陆缘层系中找到油气田的实例已屡见不鲜^[12,13]。如法国阿基坦盆地的大气田,上部是含油的掩冲构造层,下部是含气的完整背斜。美国阿科马盆地沃尔本气田,上部是掩冲构造层,下部是完整的隐伏背斜。

致谢:李曰进博士在野外工作中自始至终给予了热情帮助和支持,在此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 Lu Huaifu, Jia Dong, Chen Chuming, et al. Evidence for growth fault-bend folds in the Taim basin and its implications for fault-slip rates in the Mesozoic and Cenozoic[J]. Proc. 30th Int'l. Congr, 1996, 14: 253~262
- 2 卢华复,贾东,蔡东升,等.塔西北柯坪剪切挤压构造[J].高校地质学报,1998,4(1):49~58
- 3 蔡东升,卢华夏,贾东,等.塔里木盆地西北缘柯坪造山带变形分析[A].见:童晓光,梁狄刚,贾承造.塔里木盆地石油地质研究新进展[C].北京:科学出版社,1996.131~138
- 4 汤良杰.塔里木盆地演化和构造样式[M].北京:地质出版社,1996
- 5 Yin A, Nie S. Late Cenozoic tectonic evolution of the southern Chinese Tianshan[J]. Tectonics, 1998, 17(1): 1~27
- 6 Nishidai T, Berry J L. Structure and hydrocarbon potential of the Tarim basin[J]. Journal of Petroleum Geology, 1990, 13: 35~58
- 7 张师本,王成源.从牙形刺动物群论依木干他乌组的时代[J].地层学杂志,1995,61(1):10~20

- 8 王念忠, 张师本. 新疆巴楚早志留世软骨鱼类微体化石[J]. 古脊椎动物学报, 1998, 36(4): 257~ 267
- 9 王廷印, 刘金坤. 塔里木盆地成盆期及裂谷作用初探[A]. 见: 贾润胥. 中国塔里木盆地北部油气地质研究(第二集): 构造与油气[C]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991. 115~ 124
- 10 刘金坤, 李万茂. 塔里木盆地北部玄武岩岩石学特征及其时代归属[A]. 见: 贾润胥. 中国塔里木盆地北部油气地质研究(第一集): 地层沉积[C]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991. 194~ 201
- 11 吕修祥, 胡素云. 塔里木盆地油气藏形成与分布[M]. 北京: 石油工业出版社, 1998. 129~ 136
- 12 Mitra S. Duplex structure and imbricate thrust systems: geometry, structural position, and hydrocarbon potential [J]. AAPG Bull, 1986, 70: 1 087~ 1 112
- 13 陈效玉. 中国西部盆地边缘(山前)冲断推覆构造与油气聚集[J]. 石油地质, 1994, 10(3): 263~ 269

ATTRIBUTE OF PALEOZOIC STRUCTURES AND ITS EVOLUTION CHARACTERISTICS IN KEPING FAULT-UPLIFT

Zhang Chen¹ Zheng Duoming² Li Jianghai¹

(1. Department of Geology, Beijing University, Beijing; 2. Tarim Headquarters of Petroleum Exploration and Development, Kurlu, Xinjiang)

Abstract: Stratigraphic sequence, rock assemblage, palaeontologic species and sedimentary facies of Palaeozoic Era in Keping region bear comparison with Bachu region. It indicates that Keping and Bachu uplifts were connected in pre-Mesozoic. They were a part of Tarim Basin. Embryonic form of Keping-Bachu uplift formed in Mesozoic. Mesozoic sediment was lacunae in Keping region. The region was effected by the accretion of southern margin of Eurasian Plate, far distance effect of plate collision and orogeny of southwest Tianshan Mountains in Cenozoic. Keping thrust belt was formed along Kepingtagar-Shajingzi fault. Keping uplift constituted the upper thrust nappe of the thrust belt, the northwest extension part of Bachu uplift constituted the underlying structural layer of the thrust belt. It is possible to find oil and gas pools of thrust fault covered trap type and traction-fold type.

Key Words: structural attribute; thrust nappe; Keping faulted uplift

(上接第308页)

- 13 林春明. 杭州湾地区 15 000 a 以来层序地层学初步研究[J]. 地质论评, 1997, 43(3): 273~ 280
- 14 陈代钊. 河流沉积占优势地层中高频层序地层[J]. 地质科学, 1997, 32(4): 432~ 444
- 15 Wescott W A. Channel and valley: difference in words or meaning? [J]. Journal of Sedimentary Research, 1994, 64(2): 90~ 98
- 16 李从先, 张桂甲. 下切古河谷高分辨率层序地层学研究的进展[J]. 地球科学进展, 1996, 11(2): 216~ 219

DISCOVERY OF INCISED VALLEY IN SOUTHEAST OF BIYANG DEPRESSION AND ITS SIGNIFICANCE

Xian Benzong¹ Jiang Zaixing¹ Cao Yingchang¹ Tu Yangfa²

(1. University of Petroleum, Dongying, Shandong; 2. Institute of Exploration and Development of Henan Oilfield, Nanyang, Henan)

Abstract: According to sequence stratigraphic study, two sets of incised valley can be identified from Hetaoyuan Formation in the Southeast of Biyang Depression. The incised valley is clearly different from the around redbeds and marsh deposits on seismic profile, contains mainly conglomeratic coarse sandstone with abnormal high Sr, P and Mn²⁺ contents. This suggests that there had been a sudden change between the valley and the basement stratum. The valley is only found in Sungar-Xiaermen area on the north slope of the depression, and distributed vertically in the lowstand system tract of sequences II and III. The sedimentary characteristics and the filling manner are favourable for the formation of various concealed traps.

Key Words: Biyang Depression; Hetaoyuan Formation; incised valley; sequence boundary; initial flooding surface; concealed trap