

doi:10.3799/dqkx.2012.073

西昆仑山前侏罗—白垩系分布特征及其控制因素

程晓敢^{1,2}, 陈汉林^{1,2}, 师俊³, 廖林⁴, 杜治利³, 黄智斌³

1. 浙江大学地球科学系,浙江杭州 310027

2. 教育部含油气盆地构造研究中心,浙江杭州 310027

3. 中国石油塔里木油田分公司勘探开发研究院,新疆库尔勒 841000

4. 广州海洋地质调查局,广东广州 510075

摘要: 中生界侏罗—白垩系在西昆仑山北缘大量出露,但是山前覆盖区钻井揭示其分布较为有限且不连续。通过大量野外地质调查,厘定了西昆仑山前侏罗—白垩系与上、下地层的接触关系,认为研究区的侏罗—白垩系与下伏地层为角度不整合接触,与上覆新生代为平行不整合接触,内部为整合或平行不整合接触,与邻区有明显的区别。确定了侏罗—白垩系在地球物理资料中的识别标准,并通过大量的地球物理和钻井资料的标定、解释,圈定了侏罗—白垩系的分布范围,总结了其厚度变化趋势;认为三叠纪末挤压变形残留的古地形对侏罗—白垩系的分布起到了控制作用,新近纪以来的挤压变形则对侏罗—白垩系的分布起到改造作用。研究成果对解剖西昆仑山前的中、新生代的演化历史,指导该地区的油气勘探具有重要参考价值。

关键词: 西昆仑山前;中生界;地层接触关系;沉积模式;控制因素;地球物理;构造。

中图分类号: P534;P542

文章编号: 1000-2383(2012)04-0635-10

收稿日期: 2012-01-18

Distribution Characteristics and Controlling Factors of Jurassic-Cretaceous in the Front of West Kunlun Mountains

CHENG Xiao-gan^{1,2}, CHEN Han-lin^{1,2}, SHI Jun³, LIAO Lin⁴, DU Zhi-li³, HUANG Zhi-Bin³

1. Department of Earth Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China

2. Structural Research Center of Oil and Gas Bearing Basin of Ministry of Education, Hangzhou 310027, China

3. Exploration and Development Research Institute of Tarim Oil Field, PetroChina, Korla 841000, China

4. Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou 510075, China

Abstract: Jurassic-Cretaceous strata are widespread in outcrops of northern margin of West Kunlun Mountains. However, drilling data indicate that they are sparsely and discontinuously distributed in the foreland overlaid regions. To determine the contact relations between the Jurassic-Cretaceous and overlaying and underlying strata, and their distribution and thickness variation, new data of field geologic investigation and interpretation of seismic profiles are presented, which suggest that the Jurassic-Cretaceous strata overlay the beneath sequences in an angular unconformity and contact with the overlaying sediments in a parallel unconformity, while within the Jurassic-Cretaceous sequence they contact with each other in conformity or parallel unconformity. These contact relations show totally different features compared to those of adjacent regions. Based on these contact relations, we establish structural interpretation models. The structural interpretation of seismic profiles and subsequent strata distribution and thickness variation indicate that compression event in End Triassic and its remnant paleo-tectonotopography has controlled occurrence and thickness of Jurassic-Cretaceous strata, while compression since Neogene has reconstructed their distribution and thickness patterns. The study results provide significant constraints for the Mesozoic-Cenozoic evolution of piedmont fold and thrust belt in the front of West Kunlun Mountains and petroleum exploration in this region.

Key words: the front of West Kunlun Mountains; Mesozoic; stratigraphic contact relationship; depositional model; controlling factors; geophysics; tectonics.

基金项目:国家自然科学基金(Nos. 41072154, 40972138);国家科技重大专项(No. 2011ZX05003-002)。

作者简介:程晓敢(1974—),男,副教授,从事造山带和盆地构造研究. E-mail: chengxg@zju.edu.cn

* **通讯作者:**陈汉林(1964—),E-mail: hlchen@zju.edu.cn

西昆仑山北缘的露头区分布了大量中生界侏罗系和白垩系地层,并且厚度较大,其中下白垩统的厚度逾千米(张惠良等,2005;刘胜等,2006)。前人对该区及周缘的侏罗系和白垩系的沉积相、分布等方面做了大量工作(郭宪璞,1990;Bebeshev,1994;Sobel,1999;张春生等,2000;孙龙德,2004)。然而,塔里木油田部署的钻井揭示在山前覆盖区侏罗系和白垩系的分布范围较为有限,厚度不均且普遍比露头区小。为什么西昆仑山北缘侏罗系和白垩系的分布这么不均?是受什么因素控制?反映了什么样的构造背景?同时侏罗系是该区的主要烃源岩之一,而白垩系的砂岩是主要的储集层,它与古近系底的膏盐层组成了该地区最好的储盖组合(孙龙德,2004;贾进华,2009),侏罗系和白垩系的发育特征与分布制约了油气勘探。因此,详细了解西昆仑山前侏罗—白垩系的分布特征及控制因素对研究塔西南和西昆仑地区的构造演化和盆地原型有重要意义,对指导该地区的油气勘探具有重要价值。

1 地质概况

西昆仑山北缘露头区自南向北大体上依次出露了元古界、下古生界、上古生界、中生界和新生界。下古生界分布较为零星且层序不全,上古生界则大面积分布。中生界的三叠系除杜瓦地区有少量分布外,全区基本缺失。侏罗—白垩系出露较为广泛,从北部玛尔坎苏至南部克里阳均有发育,杜瓦以东则缺失。其中,侏罗系主要由陆相含煤碎屑岩系组成,自下而上分别为:沙里塔什组($J_1 s$)、康苏组($J_1 k$)、杨叶组($J_2 y$)、塔尔尕组($J_2 t$)和库孜贡苏组($J_3 k$)。其中,早侏罗世为断陷沉积,沙里塔什组表现为发育在箕状断陷底部的一套快速沉积楔状体,而康苏组则表现辫状河三角洲相沉积;中、晚侏罗世为坳陷沉积(廖林等,2010)。下白垩统克孜勒苏群($K_1 kz$)为一套陆相砖红色碎屑岩。上白垩统英吉莎群($K_2 yn$)为一套浅海相绿色碎屑岩、红灰色灰岩和红色膏泥岩,自下而上分别为:库克拜组($K_2 k$)、乌依塔克组($K_2 w$)、依格孜牙组($K_2 y$)和吐依洛克组($K_2 t$)。野外实测资

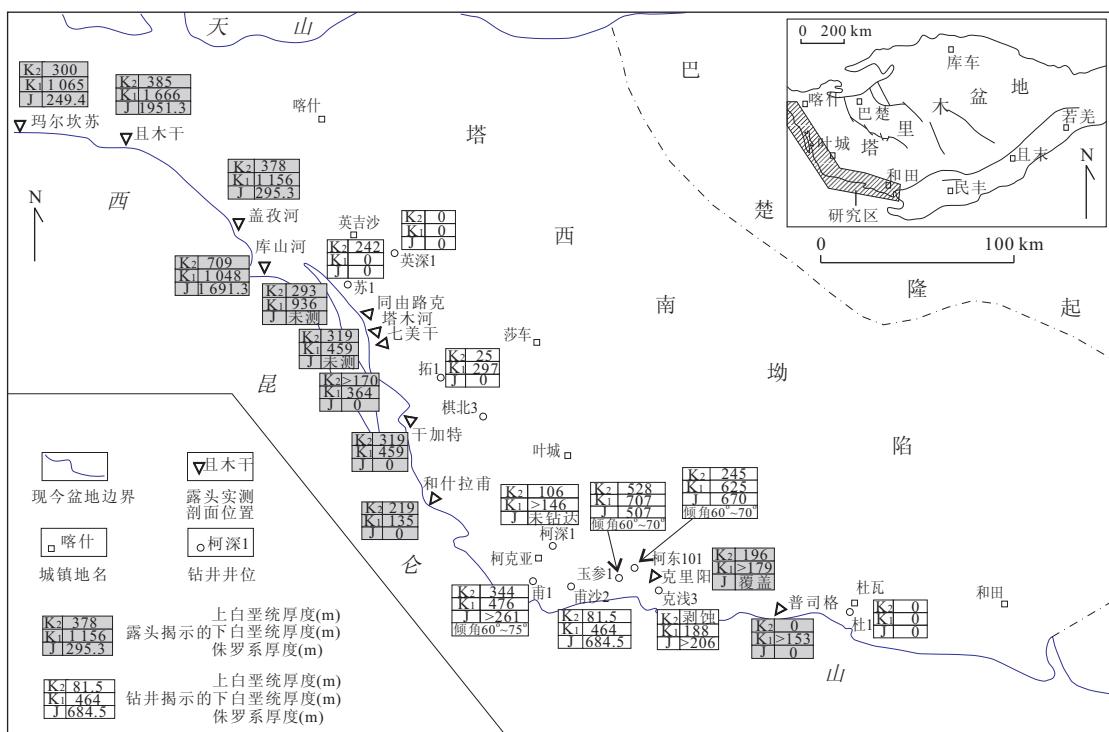


图 1 西昆仑山前露头和钻井揭示的侏罗—白垩系分布及其厚度

Fig. 1 Distribution of Jurassic-Cretaceous stratigraphic thickness indicated by drilling and outcrops of the front of West Kunlun Mountains

露头数据根据新疆大学野外剖面实测资料(据塔里木盆地西南坳陷喀什凹陷南部石油地质综合研究报告,2001,内部资料)和中国石油勘探开发研究院杭州石油地质研究所野外剖面实测资料(据塔里木盆地塔西南坳陷白垩系、第三系沉积建造与储层研究,2002,内部资料)计算得到,钻井数据来自于塔里木油田钻井分层资料

料表明,山体露头区侏罗系厚度有数百米至2 000 m,主要分布在且木干、库山河和柯克亚3个区域;下白垩统最厚可达千余米,分布较为广泛;上白垩统厚数百米,较为均一(图1)。因为露头区侏罗—白垩系的大面积巨厚分布,早期的研究认为盆地同样存在分布面积较大、具有较大厚度的侏罗—白垩系。但山前盆地区为数不多的钻井中一部分未钻遇侏罗—白垩系(如英深1井);一部分钻遇了白垩系,但缺失侏罗系(如拓1井);或仅仅钻遇了较薄的上白垩统,缺失下白垩统和侏罗系(如苏1井)。钻井资料证实,这些侏罗—白垩系的缺失不是断层造成的结果,而是原始沉积的结果。上述资料说明山前侏罗—白垩系的分布较为局限,同时可能存在横向分布的较大不均一。

2 地球物理资料中侏罗—白垩系的识别

钻井资料仅仅揭示了山前盆地区几个点的侏罗—白垩系分布状况,整个区域的分布特征主要依靠地震和非地震等地球物理资料,主要是地震资料来获得。受新近系以来强烈挤压的影响,山前变形复杂,地震品质差,侏罗—白垩系识别较为困难,这个问题一直没有得到很好的解决。本文通过大量的野外地质调查,厘定了侏罗—白垩系与上、下地层的接触关系,建立了其在地球物理资料中的识别标准。

2.1 野外露头特征

野外地质调查和区域地质填图表明,西昆仑山前侏罗系或下白垩统与下伏上古生界不同层系呈不整合接触,上古生界常表现为一系列的背斜和向斜,并发育逆冲断层,这些逆冲断层没有错断上覆的白垩系或侏罗系(图2、3)。因此,被侏罗—白垩系覆盖的褶皱和断层为早期变形产物,根据区域演化史判断为三叠纪末的挤压变形所致(贾承造等,2000;魏国齐等,2000)。新生代中新世以后的挤压变形使侏罗—白垩系随着古近系等形成宽缓的褶皱(图2)。

侏罗—白垩系各层系之间相互平行,上侏罗统库孜贡苏组和下白垩统克孜勒苏群接触界面不平整,具有较明显的冲刷面,但两者间不存在角度,为平行不整合接触关系,侏罗系内部和白垩系内部各层系之间为整合接触。上白垩统与上覆的古新统平行展布,部分地区两者间存在风化壳,为平行不整合接触(图4)。

西昆仑山前侏罗—白垩系与其上下地层的接触关系显然与邻近区域是不一致的。喀什坳陷北缘的

南天山山前,中、上侏罗统间为微角度不整合,下白垩统不整合在侏罗系的不同层系之上;上白垩统大部分缺失,乌恰以东甚至缺失古近纪下部地层,古近系和下白垩统为不整合接触。尤其是邻近区域的塔东南、库车,以及稍远的柴达木、酒泉盆地都缺失上白垩统甚至古近纪下部地层,这些地区的古近系与下白垩统间为角度不整合接触关系,晚白垩世发育了一期挤压变形(贾承造等,2003;肖安成等,2005;程晓敢等,2006;杜治利等,2007)。而西昆仑山前晚白垩—古近纪进入了广泛的海侵时期,这次海侵过程在中亚地区是从早白垩世开始自西向东进行,最迟在上白垩统库克拜沉积时期到达塔西南坳陷,古新世—始新世海侵范围达到最大(罗金海等,2005)。因此,在邻近区域广泛存在的晚白垩世强烈冲断形成的不整合在西昆仑山前并不存在,而可能仅仅由于短暂的沉积间断形成平行不整合。

2.2 地震方法识别

综合野外露头特征,西昆仑山前侏罗—白垩系

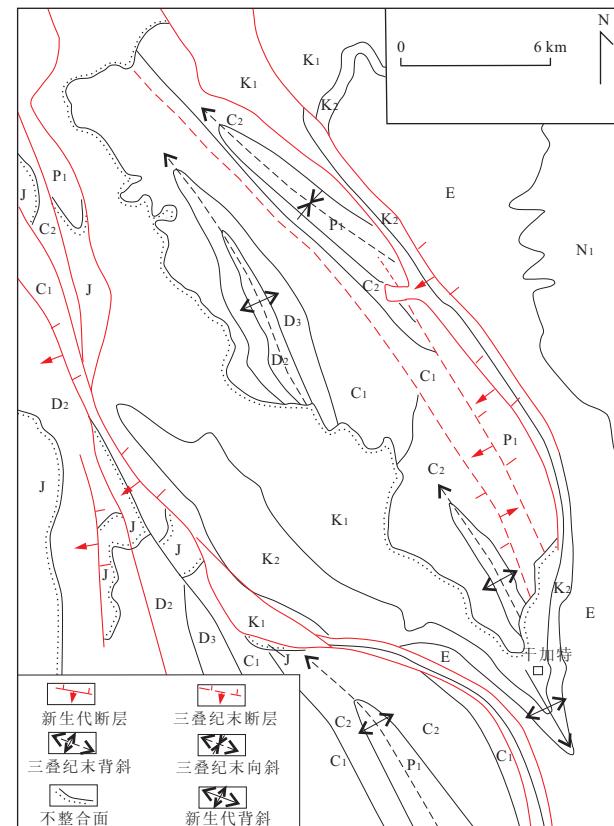


图2 干加特地区侏罗系、白垩系不整合在下伏上古生界不同层系之上(根据新疆维吾尔自治区地质矿产局,1:20万地质图克孜勒苏幅修编,1989)

Fig. 2 Jurassic-Cretaceous unconformably overlying on the various series of the Upper Paleozoic in Ganjate area

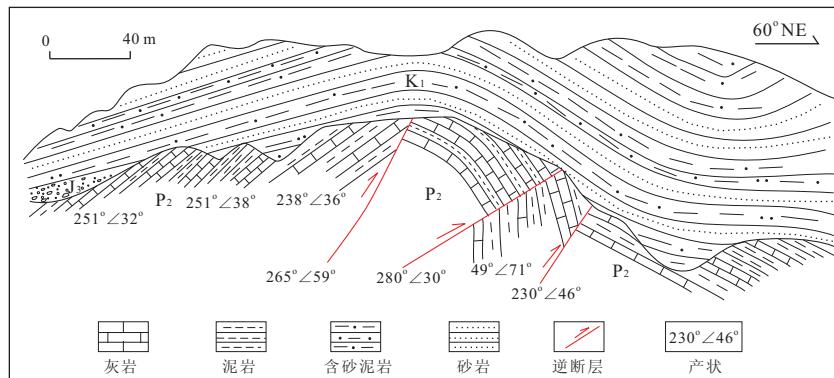


图3 七美干地区侏罗系、白垩系不整合在早期变形之上

Fig. 3 Jurassic-Cretaceous unconformably overlying on the early thrust system in Qimeigan area

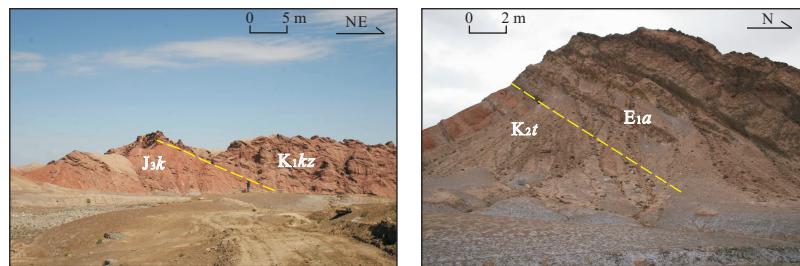
图4 同由路克剖面 J₃k 和 K₁kz 以及 K₂t 和 E₁a 间都为平行不整合接触

Fig. 4 Parallel unconformity the Upper Jurassic and the Lower Cretaceous, parallel unconformity the Upper Cretaceous and Paleocene in Tongyouluke area

内部以及与上覆地层产状基本一致,为平行展布,而与下伏上古生界间存在一定的角度,下伏上古生界常表现为多个冲断片。这一地层间接接触关系的建立,对在品质较差的西昆仑山前地震资料中识别侏罗—白垩系起到了至关重要的作用。西昆仑山前古近系底部存在一套具有一定厚度的膏盐层,在地震剖面上表现为数个连续性较好的强反射轴,较易识别。其最下部的反射轴常被认为是古近系底界,用 T_E 标识(图 5)。T_E 反射轴之下地震反射通常较为杂乱,但是通过前面建立的地层间接接触关系,能较好的判断出是否存在侏罗—白垩系。如果在 T_E 反射轴之下存在一套与之平行的反射轴,而且该套反射轴与其下反射轴斜交,则可以判断出 T_E 反射轴之下与其平行的那套反射轴为侏罗—白垩系(图 5)。如果 T_E 反射轴之下不存在与之平行的反射轴,而直接与下面的反射轴斜交,则不存在侏罗—白垩系。在判断出是否存在侏罗—白垩系的基础上,再根据地震反射特征、厚度,结合露头、钻井资料进一步将其细划为侏罗系、下白垩统和上白垩统。

2.3 非地震方法识别

西昆仑山前存在重磁电等多种非地震资料,其

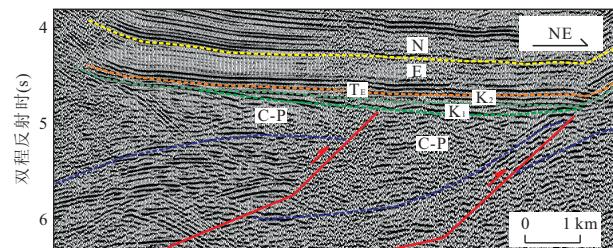


图5 地震剖面上识别中生界

Fig. 5 Identification features of Jurassic-Cretaceous in seismic profile

中近十年塔里木油田部署的连续电磁剖面(CEMP)对识别侏罗—白垩系有很好的借鉴作用。CEMP 法主要通过电性特征来识别地层。西昆仑山前自上而下可以分为 5 个电性层:(1)表层高阻层,对应第四系;(2)低阻标志层,对应新近系;(3)低阻一次高阻层,对应古近系;(4)次高电阻层,对应侏罗—白垩系;(5)高阻层,对应古生界—元古界。在此基础上,通过对发育侏罗—白垩系的地表露头和钻井资料的标定,分析它们的电性特征,进一步确定侏罗—白垩系(陈汉林等,2010)。

3 侏罗—白垩系的分布特征

3.1 侏罗系残余分布特征

西昆仑山前侏罗系主要分布在西昆仑山内,在山前盆地覆盖区内分布相对较少。覆盖区内以柯克亚地区最为发育,残余厚度大于300 m的地区集中在甫1井到玉参1井之间(图6a)。需要指出的是,地震勘探资料和钻井倾角测井等资料表明受新近纪以来挤压冲断的影响,山前地层变得较为陡峭,如柯东101井、玉参1井和甫1井的地层产状达60°以上(图1),因此需要将它们揭示的侏罗—白垩系的视厚度转换成真厚度。克孜勒陶和且木干地区由于新近纪以来的挤压冲断,把侏罗系大面积抬升至地表。尤其是克孜勒陶地区在现今盆地边界以南大面积出露侏罗系,从沉积相的分布判断该地区发育西断东超的箕状断陷(张春生等,2000)。而地震和非地震资料反映这2个区域的山前盆地区可能不发育侏罗系。同样,山前盆地区和什拉甫地区缺失侏罗系,其南侧的昆仑山内部则发育一定厚度的侏罗系。

南天山的侏罗系主要分布于库孜贡苏断陷内(图6a),其形成和塔拉斯—费尔干纳走滑断裂有关(Bebeshev, 1994; 罗金海等, 2004),与西昆仑山前的侏罗系不属于同一系统(廖林等, 2010)。

3.2 下白垩统残余分布特征

西昆仑山前下白垩统克孜勒苏群整体呈NW-SE向展布,沿着英深1井、棋北3井、合1井和杜1井一线向北、向东尖灭,苏1井附近存在局部缺失。其残余分布范围远大于侏罗系,但厚度中心的分布位置和侏罗系基本相同,分别位于且木干、七美干和柯克亚等山前地区(图6b)。

且木干—盖致河一带露头区厚度较大,达千余米,往盆地方向迅速减小为数百米。与南天山山前的下白垩统在乌拉根凸起一带相接。七美干—干加特一带山前厚度达400 m以上,往北减小。柯克亚以南为另一个下白垩统厚度中心,最大厚度达500 m以上。

苏1井以南下白垩统缺失,以北至英深1井之间则残余了数百米的下白垩统。和什拉甫周缘原本缺失侏罗系的地区也残留下白垩统,但厚度较小,整体小于200 m。

3.3 上白垩统残余分布特征

上白垩统英吉莎群在研究区为一套浅海相碎屑岩、灰岩和膏泥岩,厚度较为稳定,由西向东厚度差别不大,总体为100~300 m(图6c)。除了苏1井附

近和普司格等少数区域外,上白垩统的残余分布范围和下白垩统基本相同。西昆仑和南天山间的乌拉根凸起仍然存在。而苏1井以南的古隆起附近,分布有上白垩统。普司格以东地区未见上白垩统残留,表明当时由西面来的海侵仅到达了普司格附近。

4 侏罗—白垩系分布控制因素

分析西昆仑山前侏罗—白垩系的分布,可以归纳出如下特点:(1)侏罗系主要大面积分布在山体内部,厚度较大,形成3个较为独立的厚度中心;早白垩世和晚白垩世的分布范围依次向北加大。(2)苏1井附近缺失侏罗系和下白垩统,仅发育中生界上部的上白垩统;苏1井以北则同时存在上、下白垩统;苏1井以南的山体内部发育了较大厚度的侏罗系,从沉积环境、沉积相等判断侏罗系之上原始沉积有白垩系,现在的缺失是由于上新世以来的山体抬升剥蚀造成的。(3)和什拉甫周缘缺失侏罗系,而且下白垩统厚度明显小于东、西两侧,上白垩统的厚度则基本一致。和什拉甫以南的山体内部发育一定厚度的侏罗系,在局部侏罗系之上残留有下白垩统。因此,侏罗系沉积之上一般发育白垩系,而发育白垩系沉积之下不一定有侏罗系沉积,有时直接与古生界不整合接触。西昆仑山前侏罗—白垩系如此特殊的分布是受什么因素控制的?

自新元古代晚期以来,塔里木地块及周缘地区经历了古亚洲洋盆和特提斯洋盆的开启、俯冲、闭合以及微陆块多次碰撞造山,发生多期的构造、岩浆及成矿作用(许志琴等,2011),西昆仑地区发育挤压—拉张—挤压的多期次构造—热事件(计文化等,2007)。前人研究认为,晚三叠世末羌塘地块和塔里木板块最终碰撞拼贴,古特提斯洋消失,塔里木板块南缘形成一个弧后前陆变形造山区,普遍缺失三叠纪沉积(贾承造,1997)。西昆仑山前发育了一系列该时期的冲断层和褶皱,并导致了上古生界较大的剥蚀(牟中海等,2002),使得侏罗系或白垩系不整合覆盖在上古生界不同地层之上(图2、3、5)。七美干地区的野外地质调查数据以及英吉莎以南的地震勘探剖面解释成果充分说明了西昆仑山前的侏罗系和白垩系的原始分布受三叠纪末挤压冲断形成的残留古地形的控制(廖林等,2010)。七美干剖面的北侧为下白垩统,南侧为上侏罗统“填平补齐”在古地形之上(图3)。

早侏罗世开始中国西北地区盆地由挤压转入拉

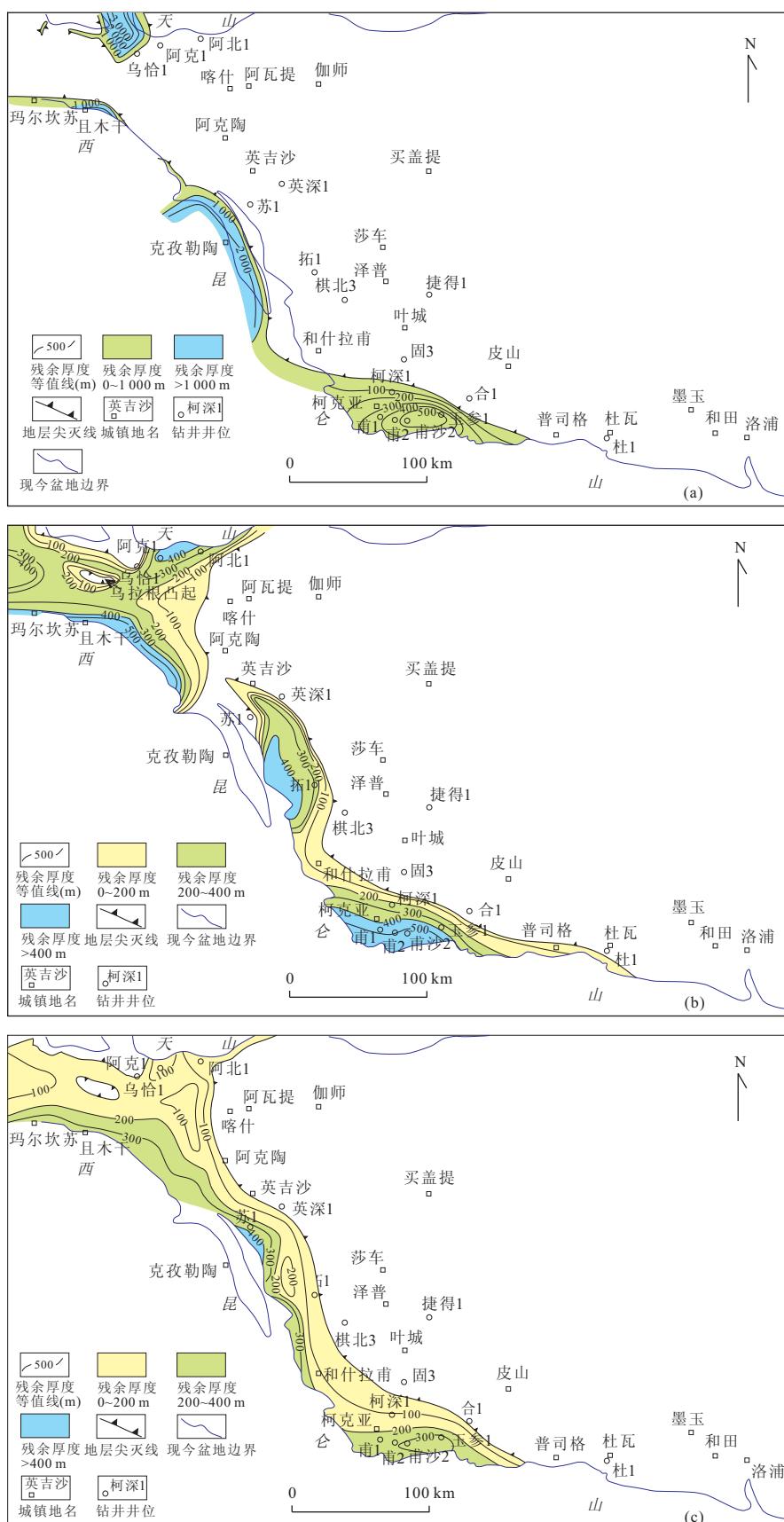


图 6 塔西南坳陷侏罗系(a)、下白垩统(b)和上白垩统(c)的残余厚度分布

Fig. 6 Map of residual thickness of Jurassic (a), Lower Cretaceous (b) and Upper Cretaceous (c) in the southwestern Tarim basin

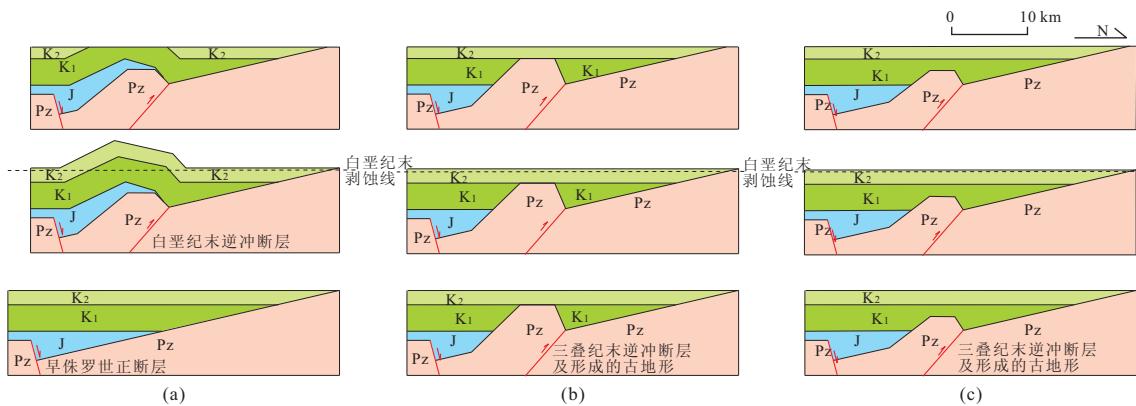


图7 西昆仑山前侏罗—白垩系沉积模式

Fig. 7 Deposition models of Jurassic-Cretaceous in the front of West Kunlun Mountains

a. 晚白垩世存在强烈冲断的沉积模式; b. 苏盖特地区的沉积模式;c. 和什拉甫地区的沉积模式

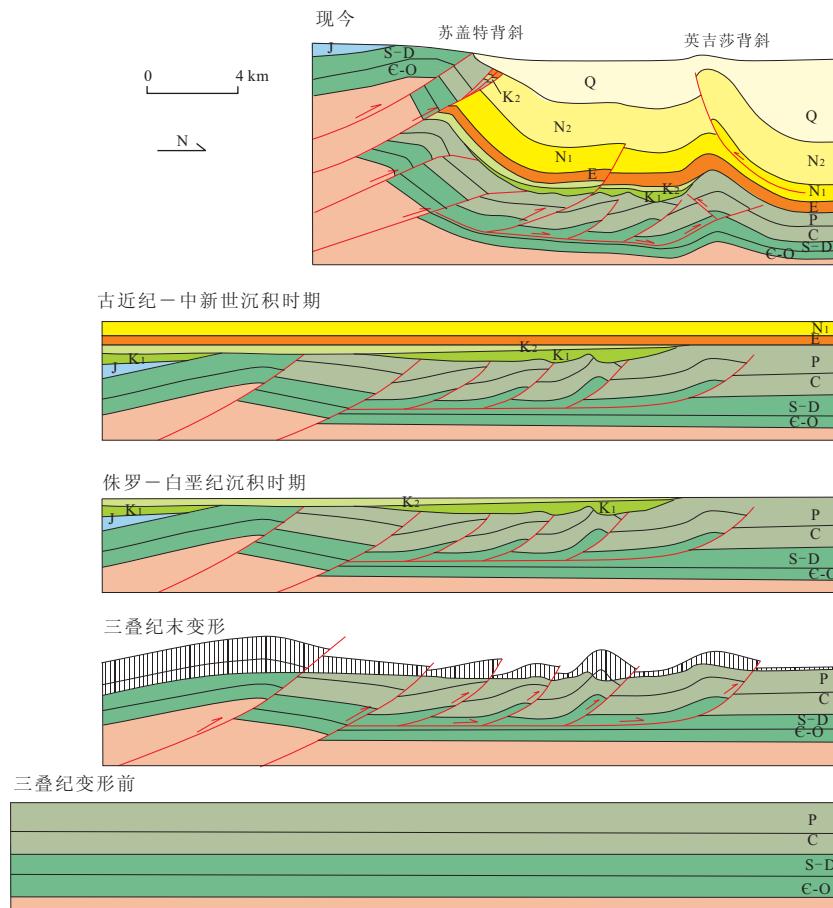


图8 西昆仑山前中、新生代演化模式

Fig. 8 Mesozoic-Cenozoic evolution model in the front of West Kunlun Mountains

张阶段,拉张可能是几大板块的相对运动所致,相应地形成了一系列伸展构造(何登发和李德生,1996),西昆仑山前发育了早侏罗世的独立断陷沉积,中侏罗世的稳定坳陷沉积,晚侏罗世—早白垩世的扩展坳陷沉积以及晚白垩世的海相沉积(廖林等,2010)。

侏罗系、下白垩统和上白垩统依次向北超覆在当时的塔西古隆起之上。

前人通常采用库车坳陷和喀什坳陷北缘的沉积模式来讨论西昆仑山前中生界的分布,认为西昆仑山前中生界是广泛分布的,现今的分布不均主要是

受晚白垩世的强烈挤压冲断作用控制(图 7a).但是西昆仑山前与喀什坳陷北缘、库车坳陷和塔东南坳陷等邻近区域相比存在 2 个明显的差别:(1)中生界与新生界之间为平行不整合接触,晚白垩世不存在强烈的挤压变形;(2)三叠纪末存在强烈的挤压冲断,侏罗—白垩系的沉积受其形成的残留古地形控制.适用于库车坳陷和喀什坳陷北缘的侏罗—白垩系沉积模式(图 7a),显然不适合西昆仑山前的特殊情况,西昆仑山前侏罗—白垩系原始沉积特征可以用图 7b 和图 7c 来解释.其中图 7b 为苏 1 井所在的苏盖特地区的沉积模式,该区三叠纪末形成的逆冲构造以及残留的古地形较高,其上没有沉积侏罗系和下白垩统;南侧沉积了完整的侏罗—白垩系,新近纪以来的挤压冲断将白垩系抬升剥蚀,仅残留侏罗系(图 8);北侧则残留了上白垩统和厚度较为有限的下白垩统.图 7c 为和什拉甫地区的沉积模式,该区三叠纪末形成的逆冲构造以及残留的古地形相对较低,古凸起上虽未发育侏罗系,但是沉积了下白垩统,且其厚度相对周缘要小.

西昆仑山前侏罗系和白垩系的分布除受三叠纪末形成的古地形控制外,还明显受到新近纪以来强烈挤压冲断的改造(图 8).三叠纪末的挤压冲断形成叠瓦构造,侏罗—白垩系不整合在其差异剥蚀的古地形之上;新近纪以来的强烈挤压,部分三叠纪末形成、新近纪重新活动的逆冲断层和新发育的逆冲断层共同改变了侏罗—白垩系的产状,在盆地区造成了部分地层的重叠,昆仑山北缘的侏罗系和白垩系则被抬升到地表接受剥蚀(图 8).

5 结论

通过野外地质调查,对钻井和地球物理资料的分析和解释,对西昆仑山前侏罗—白垩系的分布特征和控制因素形成如下认识:

(1) 西昆仑山前的侏罗—白垩系与上、下地层的接触关系有别于邻近区域,主要表现为与上覆新生界为平行不整合接触,内部为整合或平行不整合接触.

(2) 建立了西昆仑山前侏罗—白垩系在地球物理资料中的识别标准,即 T_E 反射轴之下存在一套与之平行的反射轴,而该套反射轴又与其下反射轴斜交,则可以判断出 T_E 反射轴之下与其平行的那套反射轴为侏罗—白垩系.

(3) 确定了西昆仑山前侏罗系、下白垩统和上白

垩统的分布、厚度等特征,认为西昆仑山前侏罗系主要分布在西昆仑山内,在山前盆地覆盖区内分布相对较少,以柯克亚地区最为发育,残余厚度大于 300 m 的地区集中在甫 1 井到玉参 1 井之间;西昆仑山前下白垩统克孜勒苏群整体呈 NW-SE 向展布,沿着英深 1 井、棋北 3 井、合 1 井和杜 1 井一线向北、向东尖灭,苏 1 井附近存在局部缺失,残余分布范围远大于侏罗系,厚度中心分别位于且木干、七美干和柯克亚等山前地区;上白垩统英吉莎群的分布较为稳定,由西向东厚度差别不大,总体为 100~300 m,除了苏 1 井附近和普司格等少数区域外,上白垩统的残余分布范围和下白垩统基本相同.

(4) 认为三叠纪末挤压变形残留的古地形对侏罗—白垩系的分布起到了控制作用,新近纪以来的挤压变形则对侏罗—白垩系的分布起到改造作用;并以苏盖特地区和和什拉甫地区为代表提出了西昆仑山前侏罗—白垩系的沉积模式.

References

- Bebeshev, I. I., 1994. Jurassic evolution of the Tien-shan. *Lithology and Mineral Resources*, 29(1): 47—56.
- Chen, H. L., Zhang, F. F., Cheng, X. G., et al., 2010. The deformation features and basin-range coupling structure in the northeastern Pamir tectonic belt. *Chinese Journal of Geology*, 45(1): 102—112 (in Chinese with English abstract).
- Cheng, X. G., Zheng, D. W., Yang, S. F., et al., 2006. A study on characteristics of the Late Cretaceous-Paleocene structures in Jiuquan basin. *Oil & Gas Geology*, 27(4): 522—527 (in Chinese with English abstract).
- Du, Z. L., Wang, Q. C., Zhou, X. H., 2007. Mesozoic and Cenozoic uplifting history of the Kuqa-South Tianshan basin-Mountain system from the evidence of apatite fission track analysis. *Acta Petrologica et Mineralogica*, 26(5): 399—408 (in Chinese with English abstract).
- Guo, X. P., 1990. Study on marine Cretaceous-Tertiary boundary in the western Tarim basin. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 15(3): 325—335 (in Chinese with English abstract).
- He, D. F., Li, D. S., 1996. Tectonic proto-type and hydrocarbon accumulation in Tarim basin. *Geology Press*, Beijing, 55—56 (in Chinese).
- Ji, W. H., Zhou, H., Li, R. S., et al., 2007. The deformation age of Palaeozoic-Mesozoic tectonic along North Xin-Zang road in West Kunlun. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 32(5): 671—680 (in Chinese).

- Chinese with English abstract).
- Jia, C. Z., 1997. Structural characteristics and petroleum accumulation of the Tarim basin. Petroleum Industry Press, Beijing, 238–242 (in Chinese).
- Jia, C. Z., He, D. F., Lei, Z. Y., et al., 2000. Hydrocarbon exploration of the foreland thrust belt. Petroleum Industry Press, Beijing, 163–167 (in Chinese).
- Jia, C. Z., Chen, H. L., Yang, S. F., et al., 2003. Late Cretaceous uplifting process and its geological response in Kuqa depression. *Acta Petrolei Sinica*, 24(3): 1–5, 15 (in Chinese with English abstract).
- Jia, J. H., 2009. Sedimentary characteristics and palaeogeography of the Early Cretaceous in Tarim basin. *Journal of Palaeogeography*, 11(2): 167–176 (in Chinese with English abstract).
- Liao, L., Cheng, X. G., Wang, B. Q., et al., 2010. Reconstruction of Mesozoic sedimentary paleoenvironment in the southwestern Tarim basin, northwestern China. *Acta Geologica Sinica*, 84(8): 1195–1206 (in Chinese with English abstract).
- Liu, S., Qiu, B., Chen, X. A., et al., 2006. Sedimentary setting of Mesozoic and its petroleum geologic features in western Tarim basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 27(1): 10–14 (in Chinese with English abstract).
- Luo, J. H., Zhou, X. Y., Qiu, B., et al., 2004. Controls of Talas–Ferghana fault on Kashi sag, northwestern Tarim basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 25(6): 584–587 (in Chinese with English abstract).
- Luo, J. H., Zhou, X. Y., Qiu, B., et al., 2005. Mesozoic–Cenozoic five tectonic events and their petroleum geologic significances in west Tarim basin. *Petroleum Exploration and Development*, 32(1): 18–22 (in Chinese with English abstract).
- Mou, Z. H., Tang, Y., Cui, B. F., et al., 2002. Erosion thickness restoration in southwest Tarim basin. *Acta Petrolei Sinica*, 23(1): 40–44 (in Chinese with English abstract).
- Sobel, E. R., 1999. Basin analysis of the Jurassic–Lower Cretaceous Southwest Tarim basin, Northwest China. *Geological Society of America Bulletin*, 111(5): 709–724.
- Sun, L. D., 2004. Sedimentary facies and exploration of petroleum of the Early Cretaceous in Kuqa depression and Southwest depression in Tarim basin. *Journal of Palaeogeography*, 6(2): 252–260 (in Chinese with English abstract).
- Wei, G. Q., Jia, C. Z., Shi, Y. S., et al., 2000. Tectonic characteristics and petroleum prospects of Cenozoic compound rejuvenated foreland basins in Tarim. *Acta Geologica Sinica*, 74(2): 123–133 (in Chinese with English abstract).
- Xiao, A. C., Chen, Z. Y., Yang, S. F., et al., 2005. The study of Late Cretaceous paleostructural characteristics in northern Qaidam basin. *Earth Science Frontiers*, 12(4): 451–457 (in Chinese with English abstract).
- Xu, Z. Q., Li, S. T., Zhang, J. X., et al., 2011. Paleo-Asian and Tethyan tectonic systems with docking the Tarim block. *Acta Petrologica Sinica*, 27(1): 1–22 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, C. S., Xiao, A. C., Li, J. Y., et al., 2000. Depositional feature of Jurassic fault basin in southwest Tarim depression. *Journal of Mineralogy and Petrology*, 20(3): 41–45 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, H. L., Shen, Y., Zhang, R. H., et al., 2005. Characteristics of sedimentary facies and petroleum geological significance of the Lower Cretaceous in front of Kunlun Mountains in southwestern Tarim basin. *Journal of Palaeogeography*, 7(2): 157–168 (in Chinese with English abstract).
- ## 附中文参考文献
- 陈汉林,张芬芬,程晓敢,等,2010.帕米尔东北缘地区构造变形特征与盆山结构.地质科学,45(1):102–112.
- 程晓敢,郑德文,杨树锋,等,2006.酒泉盆地晚白垩世—古新世构造特征.石油与天然气地质,27(4):522–527.
- 杜治利,王清晨,周学慧,2007.中新生代库车—南天山盆山系统隆升历史的裂变径迹证据.岩石矿物学杂志,26(5):399–408.
- 郭宪璞,1990.塔里木盆地西部海相白垩系—第三系界线划分的研究.地球科学——中国地质大学学报,15(3):325–335.
- 何登发,李德生,1996.塔里木盆地构造演化与油气聚集.北京:地质出版社,55–56.
- 计文化,周辉,李荣社,等,2007.西昆仑新藏公路北段古—中生代多期次构造—热事件年龄确定.地球科学——中国地质大学学报,32(5):671–680.
- 贾承造,1997.中国塔里木盆地构造特征与油气.北京:石油工业出版社,238–242.
- 贾承造,何登发,雷振宇,等,2000.前陆冲断带油气勘探.北京:石油工业出版社,163–167.
- 贾承造,陈汉林,杨树锋,等,2003.库车坳陷晚白垩世隆升过程及其地质响应.石油学报,24(3): 1–5, 15.
- 贾进华,2009.塔里木盆地早白垩世沉积相特征与古地理.古地理学报,11(2):167–176.
- 廖林,程晓敢,王步清,等,2010.塔里木盆地西南缘中生代沉积古环境恢复.地质学报,84(4):1195–1206.

- 刘胜,邱斌,陈新安,等,2006.塔里木盆地西端中生界沉积环境与油气地质特征.新疆石油地质,27(1):10—14.
- 罗金海,周新源,邱斌,等,2004.塔拉斯—费尔干纳断裂对喀什凹陷的控制作用.新疆石油地质,25(6):584—587.
- 罗金海,周新源,邱斌,等,2005.塔里木盆地西部中、新生代5次构造事件及其石油地质学意义.石油勘探与开发,32(1):18—22.
- 牟中海,唐勇,崔炳富,等,2002.塔西南地区地层剥蚀厚度恢复研究.石油学报,23(1):40—44.
- 孙龙德,2004.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.古地理学报,6(2):252—260.
- 魏国齐,贾承造,施央申,等,2000.塔里木新生代复合再生前陆盆地构造特征与油气.地质学报,74(2):123—133.
- 肖安成,陈志勇,杨树锋,等,2005.柴达木盆地北缘晚白垩世古构造活动的特征研究.地学前缘,12(4):451—457.
- 许志琴,李思田,张建新,等,2011.塔里木地块与古亚洲/特提斯构造体系的对接.岩石学报,27(1):1—22.
- 张春生,肖安成,李景义,等,2000.塔西南坳陷侏罗系断陷盆地沉积特征.矿物岩石,20(3):41—45.
- 张惠良,沈扬,张荣虎,等,2005.塔里木盆地西南部昆仑山前下白垩统沉积相特征及石油地质意义.古地理学报,7(2):157—168.

* * * * *

《地球科学——中国地质大学学报》 2012年 第37卷 第5期 要目预告

- | | |
|--|-------|
| 早寒武世宽川铺生物群中 <i>Punctatus</i> 卵裂胚胎化石的发现及其意义 | 李 勇 等 |
| 中亚巴尔喀什成矿带钼—钨矿床的地质热年代学 | 陈宣华等 |
| 天山山脉剥露程度与矿产保存关系初探 | 陈正乐等 |
| 兰坪盆地白秧坪铅锌铜银多金属矿床成矿流体及成矿物质来源 | 王晓虎等 |
| 陕西镇安丘岭卡林型金矿金的赋存状态和富集机理 | 华曙光等 |
| 库车盆地中新生代构造演化:磷灰石裂变径迹证据 | 罗 梦 等 |
| 宁芜、庐枞盆地玢岩铁矿成矿深度及成矿后抬升、剥蚀情况:来自磷灰石裂变径迹的证据 | 刘文浩等 |
| 阿尔金北缘古元古代壳源火成碳酸岩的发现 | 杨俊泉等 |