

焉耆盆地博湖坳陷形成过程及动力学机制

蔡佳^{1,2}, 王华^{1,2}, 赵忠新³, 陈少平⁴, 杨道庆⁵, 林社卿⁵

1. 中国地质大学资源学院, 湖北武汉 430074

2. 中国地质大学构造与油气资源教育部重点实验室, 湖北武汉 430074

3. 中国石油冀东油田, 河北唐山 063004

4. 中海石油研究中心, 北京 100027

5. 河南油田研究院, 河南南阳 473132

摘要: 在综合分析区域地质、构造、沉积等资料的基础上, 结合中国西北地区中生代构造背景、火成岩分布特征、平衡剖面的研究和热史方面的研究成果, 以及参照碎屑矿物系数的时空展布特征, 证实了早中侏罗世的西北地区处在2次构造运动(印支运动和燕山运动)强烈挤压与碰撞(即羌塘块体和拉萨块体分别向北拼贴于欧亚板块南缘)之间的相对松弛的弱伸展环境中, 焉耆盆地侏罗系原型性质为拉张背景下的坳陷盆地; 并在此基础上探讨了焉耆侏罗系盆地的形成机制以及后期构造作用对其进一步的改造, 其构造格局最终定型为具有前陆盆地的结构特征, 从而建立了其充填演化序列。

关键词: 博湖坳陷; 动力学机制; 盆地原型; 后期改造。

中图分类号: P588.2

文章编号: 1000-2383(2008)04-0555-09

收稿日期: 2007-09-12

Formation Process of Bohu Depression of Yanqi Basin and Its Dynamic Mechanism

CAI Jia^{1,2}, WANG Hua^{1,2}, ZHAO Zhong-xin³, CHEN Shao-ping⁴, YANG Dao-qing⁵, LIN She-qing⁵

1. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. Key Laboratory of Tectonics and Petroleum Resources of Ministry of Education, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

3. Jidong Oil Fields Company of CNPC, Tangshan 063004, China

4. CNOOC Research Center, Beijing 100027, China

5. Henan Oil Fields Company of SINOPEC, Nanyang 473132, China

Abstract: On the basis of the integrated analysis of the regional geology, tectonic and deposition data, combined with the achievements of the predecessor and the tectonic setting of Northwest China in the Mesozoic, and the research on the distribution feature of igneous rocks, balanced cross section, geothermal history, clastic mineral coefficients, this paper proves that in the Early-Middle Jurassic, the Northwest China formed in a comparatively weak outspread environments between the intensive collision and extrusion of two tectonic movements (Indosinian movement and Yanshan movement). The formation and transformation mechanism of the Yanqi basin in the Jurassic is also discussed. The structure framework was determined as forland basin type and the filled sequence was built.

Key words: Bohu depression; dynamic mechanism; prototype basin; transformation in the latter period.

在对焉耆盆地的研究中, 主要的难点集中在中生代盆地的原始类型即原型盆地的性质上。目前存在着较多争议, 主要有以下观点: 靳久强等(1999)、赵文智等(2000)认为焉耆—库车盆地侏罗纪天山南缘的山前断陷盆地; 陈文礼(2003)、李永林等(2003)、姚亚明等(2003)、袁政文(2003)认为焉耆盆

地早中侏罗世为库鲁克塔格北侧的类前陆盆地;吴富强(1999a, 1999b)、张抗(1999)认为焉耆盆地是海西期褶皱基底和元古代结晶基底之上发育的中、新生代山间断陷盆地;郭召杰等(1995)认为它是一个早中侏罗世走滑拉分盆地;吴世敏等(1997)认为中生代焉耆盆地处于转换—伸展状态,为一伸展断陷盆地。另外,在焉耆盆地周边的一些盆地的侏罗系原型盆地的研究也可以为焉耆盆地的定性提供依据。李忠权等(1996)、吴富强(1999a)、胡剑风等(2004)等研究库米什盆地也将其定义为陆内拗陷盆地,并与焉耆盆地在中生界时相连。吴孔友等(2005)认为准噶尔的中生代为陆内拗陷。而李文厚等(1997)、陈绍藩等(2004)、曹代勇等(1999)认为吐哈盆地侏罗系是拗陷型盆地。高长林等(2003)、何光玉等(2006)认为中生代塔里木库车拗陷是陆内拗陷。而在研究中国西部天山构造带及其周围的盆地中,俞仁连等(1996)认为天山构造带中小型山间盆地为陆内拗陷盆地。同时在区域地质背景研究中,方世虎等(2004)认为中国西部天山两侧的盆地在中生代为断陷—拗陷盆地。罗金海等(2000)认为中国西部的盆地在中生代是重力塌陷型拗陷盆地。前人研究主要归结为 3 种观点:伸展断陷盆地、拗陷盆地、类前陆盆地。目前最新的研究成果越来越趋向于认为焉耆侏罗系原型盆地性质为造山后期应力松弛背景下的弱伸展类型的拗陷盆地。

1 区域地质特征

焉耆盆地横跨在库鲁克塔格褶皱带和南天山褶皱带之上,处于新疆塔里木、准噶尔、吐哈三大盆地之间。盆地四面环山,西起霍拉山,东至克孜勒山和铜矿山,北至南天山,南抵库鲁克塔格山(邱荣华等, 2001;林社卿等, 2003)。

焉耆盆地具两坳一隆的构造格局,自南向北可划分为博湖拗陷、焉耆隆起和和静拗陷 3 个一级构造单元(邱荣华等, 2001)。博湖拗陷位于盆地南部,南起库鲁克山,北至焉耆断裂,呈北西西向展布,根据中生界残存情况及构造发育特征,博湖拗陷可以进一步划分为 3 个次一级构造单元:北部凹陷、种马场断裂构造带和南部凹陷(郭召杰等, 1995;陈文礼, 2003;袁政文, 2003;陈祥等, 2005)(图 1)。

2 焉耆盆地博湖拗陷原型盆地分析

本次研究在综合分析各种区域地质、构造、沉积等资料的基础上,认为焉耆侏罗系原型盆地性质为拉张背景下的拗陷盆地。

2.1 中国西北地区中生代构造背景

中生代欧亚板块南缘相继发生了羌塘、拉萨等地块的拼合作用和随后的印—藏碰撞作用(Zhang *et al.*, 1984; Watson *et al.*, 1987),形成现今青藏

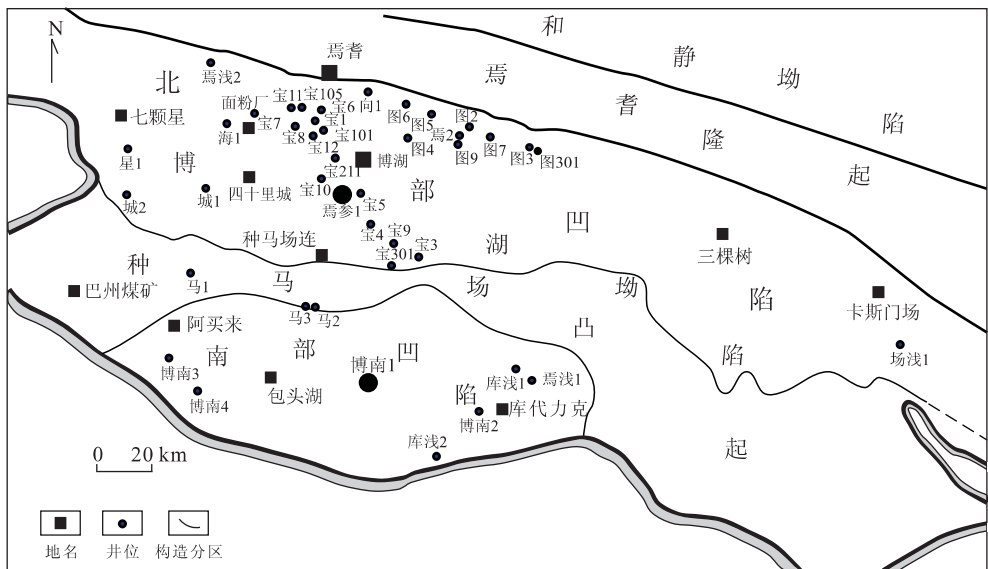


图 1 焉耆盆地构造分区及井位图(据河南油田研究院)

Fig. 1 The structure partition and the position of wells in Yanqi basin

高原—天山地区复杂的构造组合。前人对天山地区研究的重点主要是古生代拼合历史(Windley *et al.*, 1990; Carroll *et al.*, 1995; Matte *et al.*, 1996)以及新生代的变形(Tapponnier and Molnar, 1979; Allen *et al.*, 1994),对中生代研究较少。三叠纪开始,欧亚板块南缘相继发生羌塘地块、拉萨地块的拼合作用和随后的印—藏碰撞作用,这些区域构造作用可以波及以北 2 000~3 000 km 的天山地区,反映在天山构造活动及其两侧盆地的构造与沉积演化上。晚三叠世时期,羌塘地块沿金沙江缝合带增生于欧亚板块南缘(Jolivet *et al.*, 2001)。晚侏罗世—早白垩世时期,拉萨地块与欧亚板块沿班公湖—怒江缝合带发生碰撞(Chang *et al.*, 1986)。晚新生代的印—藏碰撞可能发生在 60~40 Ma 之间(Rowley, 1998),藏北地区存在 40 Ma 左右和 30 Ma 左右的响应年龄,天山地区的响应年龄则为 25~20 Ma 左右。藏北—天山地区晚新生代的巨厚砾岩沉积反映沉积速率在晚新生代发生快速增加,表明构造运动再次活跃(方世虎等, 2004)。

中国西北地区侏罗纪时期的大地构造背景直接影响并控制着焉耆侏罗系原型盆地的形成和演化。各种研究资料表明,早中侏罗世时期的西北地区整体上处于一种伸展构造环境(俞仁连等, 1996; 靳久强等, 1999; 罗金海等, 2000; 方世虎等, 2004; 何登发等, 2005)。

焉耆盆地的侏罗纪沉积期位于晚三叠世晚期的印支运动和中侏罗世晚期的燕山运动之间的 2 次强烈挤压碰撞之间的构造活动稳定期。早—中侏罗世时期,中国西部地区处于准平原化阶段(罗金海等, 2000),天山并未发生显著的抬升(车自成等, 2002)。此期间整个西部没有大的构造挤压应力和拉张应力。只有造山运动后的应力松弛作用导致的微弱的地壳伸展作用,这些微弱的地壳伸展作用形成了一些坳陷盆地,但它还不足以形成像我国东部那样规模的第三纪断陷盆地(赵文智等, 2000)。吴世敏等(1997)认为侏罗纪时天山及其邻区,在地貌上处于准平原状态,广泛发育有河流—湖泊相沉积,在某些地方产生很深的断陷盆地,其间充填巨厚的中生代湖相沉积物。

在中国西部的若干盆地中的中生代原型盆地性质的分析中,许多学者提出了相似的看法:焉耆盆地的侏罗系原型盆地的构造背景应与其周围的盆地相类似。

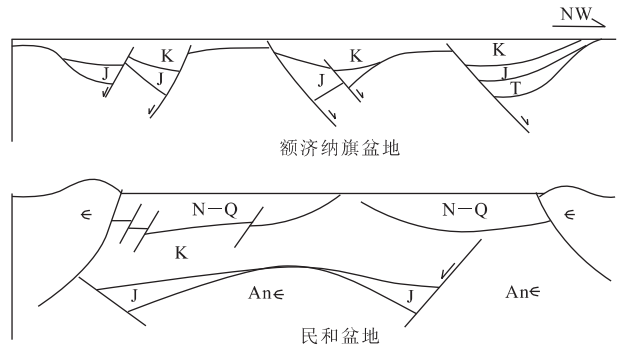


图2 额济纳旗盆地与民和盆地侏罗纪拉张环境示意图(靳久强等, 1999)

Fig. 2 Diagram showing extensive background of Minhe and Ejinai basins (Jurassic)

西北地区侏罗纪时的拉张构造特征仍可以从现今的地质剖面得到证实(图2)。如额济纳旗盆地和民和盆地尽管受到后期运动的改造,盆地性质已经发生反转,但在剖面上仍保存了侏罗纪时的张性断陷特征,即由同生断层控制的沉积发育,类似的情况在塔里木和准噶尔盆地普遍存在,如塔里木盆地轮南、满加尔地区大致 NW-EW 的侏罗纪正断层就控制了沉积中心的展布(靳久强等, 1999)。

2.2 火成岩分布特征证据

在克拉玛依的八道湾组、东准葛尔将军戈壁附近的西山窑组、安西—敦煌地区中侏罗统、潮水盆地侏罗系均分布有不同类型的火山岩。在克拉玛依的侏罗纪火山岩属板块内大陆环境的玄武岩,系地幔物质部分熔融产物,它的上升和喷发通常需要张性深断裂为其提供空间。潮水盆地的侏罗纪火山岩为幔源成因的橄榄玄武岩,火山岩组合以酸性火山岩占绝对优势。这种幔源成因的橄榄玄武岩与壳型成因的酸性火山岩的共生组合显示大陆地壳扩张环境的喷发产物(靳久强等, 1999; 杨斌谊, 2004)。

2.3 平衡剖面显示的证据

平衡剖面研究结果表明,焉耆盆地侏罗纪时期整体处于弱伸展状态,盆地起伏不大,断裂不发育,并沉积了整个侏罗系地层,显示了一种拉张背景下的山前坳陷盆地性质,由于后期燕山运动晚期遭受强烈冲断隆升,造成盆地部分中、上侏罗统部分剥蚀,在后期新生代沉积和喜马拉雅运动作用下,形成了现今盆地的基本构造形态。

2.4 盆地热史方面的证据

博南1井和焉参1井侏罗系碎屑岩的磷灰石裂变径迹测试结果表明(吴富强, 1999b),北部凹陷中

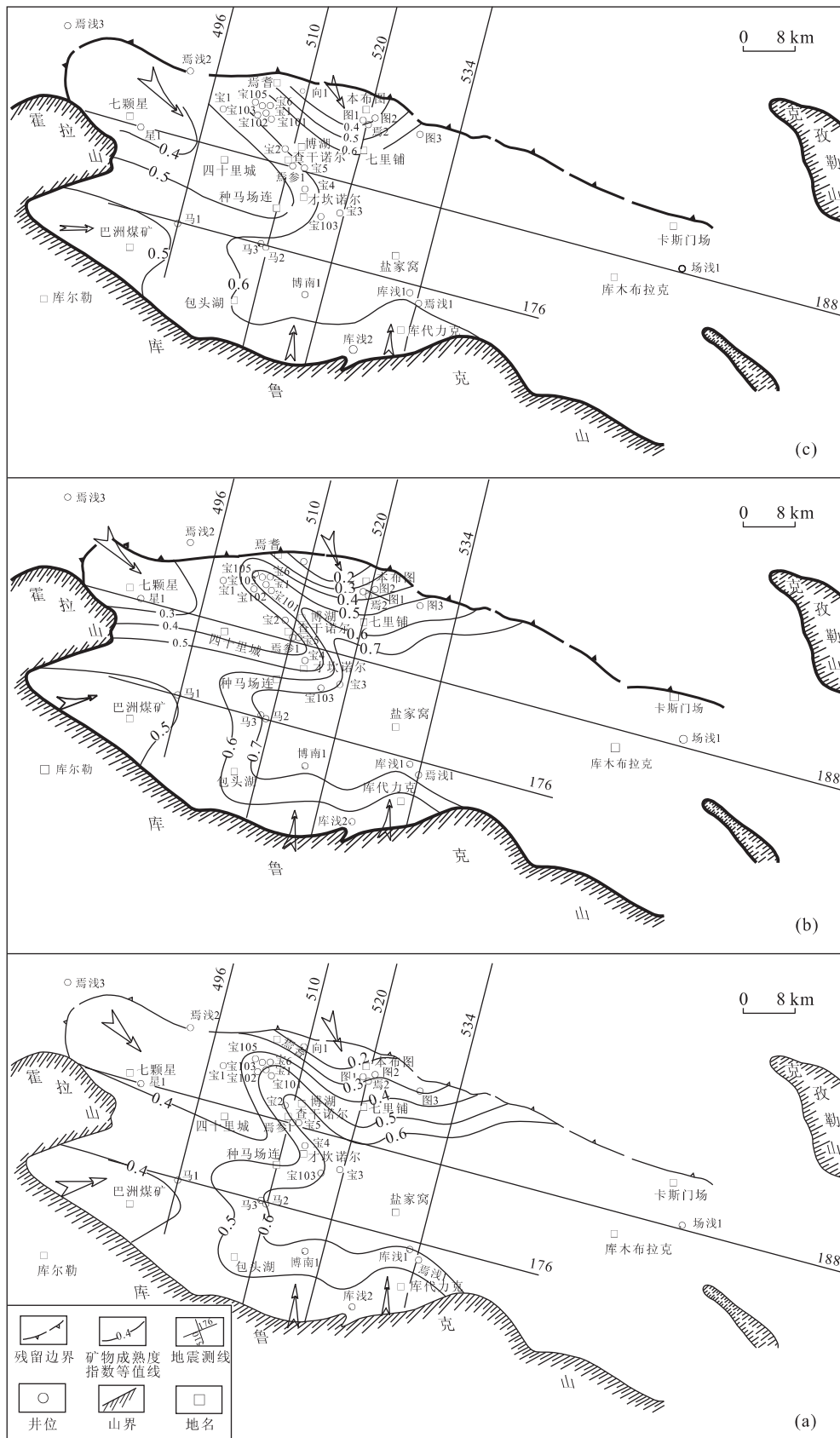


图 3 焉耆盆地侏罗系碎屑矿物成熟度指数等值线及古流向图(刘林玉,2003)

Fig. 3 The maturity isoline of detrital minerals and the map of paleocurrent (Jurassic) in Yanqi basin

(a)八道湾组;(b)三工河组;(c)西山窑组

生界埋深普遍 $>2000\text{ m}$,属新生代补偿型地温场分区,中下侏罗统经历的最大古地温约为 $70\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。南部凹陷中生界埋深普遍 $<1500\text{ m}$,属新生代欠补偿型地温场分区,最大古地温发生在侏罗系沉积末,下侏罗统—中侏罗统下部经历的最大古地温大约为 $80\sim 110\text{ }^{\circ}\text{C}$,中侏罗统上部经历的最大古地温低于 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ (杨斌谊,2004)。

本区侏罗系古地温梯度北部为 $2.6\sim 4.0\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$,南部为 $3.7\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 增至 $4.0\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$,说明侏罗系古地温梯度是比较高的,这可能与岩石圈整体处于伸展状态,岩石圈底界向软流圈拆离,导致岩石圈逐渐减薄,软流圈逐渐上升,加之岩浆进入岩石圈中,造成焉耆盆地上地幔呈现“过热状态”有关,显示了焉耆盆地侏罗纪时期应具伸展性质(杨斌谊,2004)。

2.5 碎屑矿物系数

在盆地北部沉积区,侏罗纪由八道湾期至三工河期,重矿物稳定系数由小逐渐变大,含砾碎屑岩百分比由大逐渐变小,说明其古沉积边界随时代变新由近变远,沉积范围在南北方向上扩展而不是萎缩,暗示当时原始盆地主体处于(近)南北向伸展扩张为主的背景当中。在侏罗纪西山窑期,盆地南沉积区碎屑重矿物稳定系数由大变小,显示南部物源在西山窑期出现北移的趋势(图3)(刘林玉,2003)。

总体而言,早中侏罗世的西北地区处在2次构造运动(印支运动和燕山运动)强烈挤压碰撞(即羌塘块体和拉萨块体分别向北拼贴于欧亚板块南缘)之间的相对松弛的弱伸展环境中。

3 焉耆盆地形成机制及动力学背景

焉耆盆地博湖拗陷发育的主要的构造背景是在二叠纪 Pangea 古大陆拼合结束后,天山碰撞造山之后的应力松弛阶段,为一发育在印支运动和燕山运动之间的山间拗陷盆地。燕山运动末期的构造运动较为强烈,盆地的应力松弛的背景结束。在侏罗纪,博湖凹陷经历了三期沉降作用,其层序构成响应为侏罗系的3个层序组。受古生代末期(或更早时期)形成的盆地基底菱形岩石圈断裂系后期继承性活动的影响,中生代天山山系构造运动表现出东北向断裂呈左旋压扭、北西西向呈右旋压扭的特点。这种压扭运动对盆地周边和盆地内部发育的局部构造起着直接的控制作用。逆冲传递的水平挤压作用导致种马场隆起的形成(图4)。

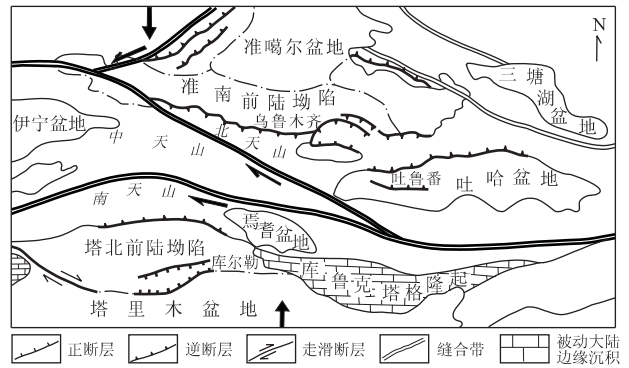


图4 焉耆盆地构造格架和动力学背景

Fig. 4 The structure framework and dynamic setting of Yanqi basin

侏罗纪早期八道湾组沉积时期,在种马场构造带的分割下焉耆盆地形成了南北相互分隔的沉积样式。这一时期的沉积受到南部陡坡带、北部拗陷缓坡带与种马场构造带的控制。三工河期,在八道湾后期盆地基本上被沼泽覆盖的情况下,盆地整体处于均衡沉降阶段。此时沉积以广泛发育滨浅湖盆为特点,在沉积负荷的作用下,发生持续沉降,盆地格局与早侏罗世早期的盆地相似,但种马场构造带对沉积的控制作用减弱,沉积范围在三工河后期扩大。西山窑期盆地的发育阶段,沉积范围明显加大,并沉积了西北地区广泛的含煤地层,在西山窑后期盆地淤浅,湖湾沼泽控制了盆地大部分地区。

焉耆侏罗纪原型盆地主要形成于应力松弛阶段微拉张的伸展环境之下。因造山期后应力松弛所派生的拉张应力场形成的伸展拗陷盆地与真正拉张应力场下的断陷盆地的表现不十分相同,即这种拗陷盆地在盆地发育过程中更主要的是沉降而不是扩张。

4 焉耆盆地博湖拗陷的后期改造

根据跨过种马场低凸起的520测线的地层格架图反映出的侏罗系上部地层被剥蚀的特征,可以确定“种马场低凸起”为博湖拗陷腹部地区侏罗纪前形成的古背斜型隆起。西起凹陷边界的霍拉山,东抵凹陷边界克孜勒山和铜矿山,该低凸起的发育控制着整个博湖拗陷腹部地区的构造和沉积。

在中侏罗统西山窑组沉积时期,种马场低凸起的构造活动不是很剧烈,从南部拗陷中上侏罗统地层的残留情况看,在西山窑组沉积之上的中上侏罗统的地层发育还是比较平整,在靠近种马场南侧的

地层与西山窑组地层成整合接触,说明种马场构造带的活动在 中上侏罗统沉积后期构造幅度加大,地层掀斜倾向很大.后期白垩纪时期的燕山运动导致整个坳陷的剥蚀不均匀,特别是低凸起上的剥蚀更加明显.

至白垩纪沉积时期,整个博湖坳陷已基本被夷平,种马场低凸起隐伏埋藏,经历其第二次沉降埋藏演化阶段.这是焉耆盆地构造变形的一个重要时期,也是最强烈的一次变形.形成了盆地内第三系与下伏地层的角度不整合,除种马场构造带规模继续加大以外,焉耆构造带已经形成.此次强烈挤压活动的时限,可以限定在侏罗纪末到第三纪之前,但更可能是在侏罗纪末到早白垩世之间,因为整个焉耆盆地在白垩纪时期都未见到残留沉积,如果是沉积后的剥蚀,则在构造的低部位应当有部分残留,因此更大

的可能是,整个白垩纪时期,焉耆盆地整体处于抬升状态,未接受沉积.本阶段的变形特点是,变形强烈,构造剥蚀严重.同时焉南构造带开始活动,总体构成了双向挤压的构造格局.但从变形强度来看,总体仍表现为南强北弱的格局.

至古近纪和新近纪,在白垩纪整个坳陷被基本夷平的基础上,沉积了大量的干旱环境下的红色冲积碎屑沉积物.在喜马拉雅构造运动的作用下,南北挤压,形成了对冲构造格局,盆地内第三系和第四系沉积中心向北迁移,到第四系沉积中心已迁移到了盆地北部——南北部天山山前,表明南天山构造带活动对焉耆盆地变形的影响加强.种马场低凸起进一步上隆,导致古近纪和新近纪地层隆升,顶部遭受剥蚀,焉耆盆地博湖坳陷构造格局最终定型,具有前陆盆地的结构特征(图 5).

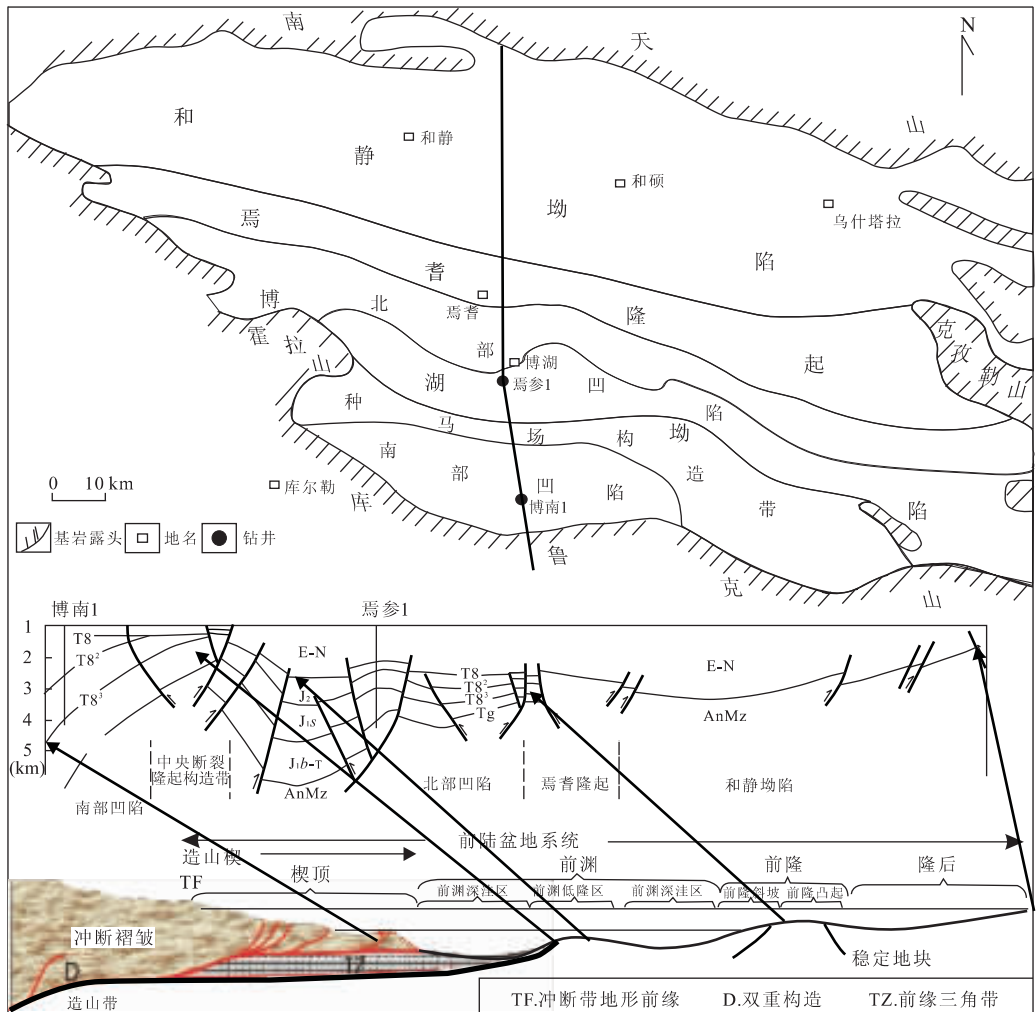


图 5 焉耆盆地结构特征(类前陆盆地)

Fig. 5 The structure feature of Yanqi basin (foreland-like basin)

年代地层	地震反射界面	年代(Ma)	层序单元划分			盆地演化			
			层序界面	三级	二级	构造幕	盆成型	盆类型	
上第三系									
古近系 (上)中侏罗统	桃树园组	T7	Sb7	E ^t Esh ¹ Esh ²	SE 层序组	逆冲断期	IV 幕	前陆盆地	
		T7 ¹	Sb7 ¹						
	T7 ²	Sb7 ²							
	鄯善群	上段	T8	SB8	SQJ ₂₊₃ 层序	SJ ₂₊₃ 层序组	沉降期		III 幕
			T8 ¹	SB8 ¹					
	中上部	上段	T8 ¹	SB8 ²⁻²	SQJ _{2x} ¹ 层序	SSJ _{2x-J₁₅} 层序组	间歇期		II 幕
			T8 ²⁻¹	SB8 ²⁻¹	SQJ _{2x} ² 层序				
	T8 ²	SB8 ²	SQJ _{2x} ³ 层序						
	西山窑组	下段	T8 ²⁻¹	SB8 ²⁻¹	SQJ ₁₅ ¹ 层序	快速沉降期	I 幕		
			T8 ²	SB8 ²	SQJ ₁₅ ² 层序				
三工河组	中下段	T8 ²⁻⁰	SB8 ²⁻⁰	SQJ ₁₅ ³ 层序	快速沉降期			I 幕	
		T8 ³	SB8 ³	SQJ ₁₅ ³ 层序					
八道湾组	上段	T8 ³⁻¹	SB8 ³⁻¹	SQJ ₁₅ ³ 层序		SSJ _{15b} 层序组	快速沉降期		
		T8 ³	SB8 ³	SQJ ₁₅ ³ 层序					
T8 ³⁻¹	SB8 ³⁻¹	SQJ ₁₅ ³ 层序							
中上三叠统 (小泉沟群)	下段	T8 ⁴	SB8 ⁴	SQJ ₁₅ ³ 层序	SSJ _{15b} 层序组	快速沉降期			
		Tg	SBg	SQJ ₁₅ ³ 层序					
前中生界									

图 6 焉耆盆地博湖坳陷的充填演化序列
Fig. 6 The filled sequence of Yanqi basin

在以上研究的基础上建立了盆地的充填演化序列(图 6)。焉耆盆地是经历印支、燕山和喜马拉雅构造旋回而形成的具有复杂构造演化特征的挤压型叠合盆地。

5 结论和认识

在参考前人研究、综合分析各种资料的基础上,认为中国西北地区中生代处于一种伸展的构造背景,火成岩的分布特征显示其为大陆地壳扩张的环境。平衡剖面的研究和热史方面的证据以及参照碎屑矿物系数在平面上的变化,证实早中侏罗世的西北地区处在 2 次构造运动(印支运动和燕山运动)强烈挤压碰撞(即羌塘块体和拉萨块体分别向北拼贴于欧亚板块南缘)之间的相对松弛的弱伸展环境中。焉耆侏罗系原型盆地性质为拉张背景下的坳陷盆地。

在此基础上探讨了焉耆侏罗系盆地的形成机制

为碰撞造山之后的应力松弛下的三期沉降作用,其层序构成响应为侏罗系的 3 个层序组。后期构造作用改造对其影响巨大,焉耆盆地博湖坳陷构造格局最终定型为具有前陆盆地的结构特征。在建立了其充填演化序列的基础上,认为焉耆盆地是经历印支、燕山和喜马拉雅构造旋回而形成的具有复杂构造演化特征的挤压型叠合盆地。

References

Allen, M. B., Windley, B. F., Zhang, C., 1994. Cenozoic tectonics in the Urumqi-Korla region of the Chinese Tianshan. *Geologische Rundschau*, 83: 406—416.

Cao, D. Y., Shao, L. Y., Zhang, P. F., 1999. Palaeotectonics in the Early and Middle Jurassic coal-forming periods of the Turpan-Hami basin. *Journal of Palaeogeography*, 1(2): 46—52 (in Chinese with English abstract).

Carroll, A. R., Graham, S. A., Hendrix, M. S., et al., 1995. Late Paleozoic tectonic amalgamation of northwestern China: Sedimentary record of the northern Tarim, northwestern Turpan, and southern Junggar basins. *Geological Society of America Bulletin*, 107: 571—594.

Chang, C. F., Chen, N. S., Coward, M. P., et al., 1986. Preliminary conclusions of the Royal Society and Academia Sinica 1985 geotraverse of Tibet. *Nature*, 323: 501—507.

Che, Z. C., Liu, L., Luo, J. H., 2002. The areal structure in China and near area. Science Press, Beijing (in Chinese).

Chen, S. F., Wang, J. Y., Huang, G. L., et al., 2004. Formation and evolution of Turpan-Hami basin. *World Nuclear Geoscience*, 21(3): 125—131 (in Chinese with English abstract).

Chen, W. L., 2003. Characteristics of reconstruction basin in Yanqi area and direction prediction of oil and gas exploration. *Journal of Jiangnan Petroleum Institute*, 25(2): 4—5 (in Chinese with English abstract).

Chen, X., Zhang, Y. M., Cheng, K. M., et al., 2005. Maceral composition and oil potential of the Jurassic coal-bearing series in the Yanqi basin. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 30(3): 337—342 (in Chinese with English abstract).

Fang, S. H., Guo, Z. J., Zhang, Z. C., et al., 2004. Discussion on Mesozoic—Cenozoic evolution of Tianshan and its adjacent basins. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 40(6): 886—897 (in Chinese with English abstract).

Gao, C. L., Ye, D. L., Zhang, Y. Z., et al., 2003. Extension

- and subduction of the Meso—Cenozoic Tarim basin and their relationship with mantle plume. *Petroleum Geology & Experiment*, 25(6): 661—669, 678 (in Chinese with English abstract).
- Guo, Z. J., Zhang, Z. C., Qian, X. L., 1995. An Early-Middle Jurassic extensional basin in northeast Tarim—Yanqi basin. *Earth Science Frontiers*, 2(3—4): 255—256 (in Chinese).
- He, D. F., Jia, C. Z., Li, D. S., et al., 2005. Formation and evolution of polycyclic superimposed Tarim basin. *Oil & Gas Geology*, 26(1): 64—77 (in Chinese with English abstract).
- He, G. Y., Zhao, Q., Li, S. X., et al., 2006. Analysis on Mesozoic prototypes of the Kuqa basin in Tarim, northwestern China. *Chinese Journal of Geology (Scientia Geologica Sinica)*, 41(1): 44—53 (in Chinese with English abstract).
- Hu, J. F., Liu, Y. K., Zheng, D. M., et al., 2004. Structural feature in Kumux basin and its exploration prospecting. *Xinjiang Petroleum Geology*, 25(1): 26—28 (in Chinese with English abstract).
- Jin, J. Q., Zhao, W. Z., Xue, L. Q., et al., 1999. Prototypes and evolution of Jurassic basins in NW China. *Geological Review*, 45(1): 92—104 (in Chinese with English abstract).
- Jolivet, M., Brunel, M., Seward, D., et al., 2001. Mesozoic and Cenozoic tectonics of the northern edge of the Tibetan plateau: Fission-track constraints. *Tectonophysics*, 343: 111—134.
- Li, W. H., Zhou, L. F., Liu, Y. Q., et al., 1997. Evolution of sedimentary framework and environment of Turpan-Hami basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 18(2): 135—141 (in Chinese with English abstract).
- Li, Y. L., Pu, C. P., Nan, H. L., et al., 2003. Application of authigenic illite K-Ar dating to hydrocarbon reservoir study in Yanqi basin. *Oil & Gas Geology*, 24(2): 180—183 (in Chinese with English abstract).
- Li, Z. Q., Zhang, Z. X., Cui, C. L., 1996. A discussion on the formation and evolution of Kumishi basin, south Tianshan. *Journal of Chengdu University of Technology*, 23(3): 96—100 (in Chinese with English abstract).
- Lin, S. Q., Qiu, R. H., Li, Y. L., et al., 2003. Analysis of pool forming periods in Jurassic Yanqi basin. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 28(1): 71—77 (in Chinese with English abstract).
- Liu, L. Y., 2003. Sedimentary characteristics of the Yanqi prototype basin in Mesozoic era and the determination of the basin boundaries [Dissertation]. Northwest University, Xi'an (in Chinese with English abstract).
- Luo, J. H., Che, Z. C., Li, J. L., 2000. Structural features of the Jurassic basins in western China and Middle Asia. *Scientia Geologica Sinica*, 35(4): 404—413 (in Chinese with English abstract).
- Matte, P., Tapponnier, P., Arnaud, N., et al., 1996. Tectonics of western Tibet, between the Tarim and the Indus. *Earth and Planetary Science Letters*, 142: 311—330.
- Qiu, R. H., Chen, W. L., Lin, S. Q., et al., 2001. Mesozoic sequence stratigraphy and depositional systems in Yanqi basin. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 26(6): 615—620 (in Chinese with English abstract).
- Rowley, D. B., 1998. Minimum age of initiation of collision between India and Asia north of everest based on the subsidence history of the Zhepure Mountain section. *Journal of Geology*, 106: 229—235.
- Tapponnier, P., Molnar, P., 1979. Active faulting and Cenozoic tectonics of the Tianshan, Mongolia, and Baykal regions. *Journal of Geophysical Research*, 84: 3425—3459.
- Watson, M. P., Hayward, A. B., Parkinson, D. N., et al., 1987. Plate tectonic history, basin development and petroleum source rock deposition onshore China. *Marine and Petroleum Geology*, (4): 205—225.
- Windley, B. F., Allen, M. B., Zhang, C., et al., 1990. Paleozoic accretion and Cenozoic redeformation of the Chinese Tianshan Range, Central Asia. *Geology*, 18: 128—131.
- Wu, F. Q., 1999a. Study of Kumishi basin. *Natural Gas Industry*, 19(4): 90—91 (in Chinese).
- Wu, F. Q., 1999b. Characteristics and formation mechanism of Yanqi Mesozoic prototype basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 20(4): 298—301 (in Chinese with English abstract).
- Wu, K. Y., Zha, M., Wang, X. L., et al., 2005. Further researches on the tectonic evolution and dynamic setting of the Junggar basin. *Acta Geoscientia Sinica*, 26(3): 217—222 (in Chinese with English abstract).
- Wu, S. M., Ma, R. S., Lu, H. F., 1997. The structural significance of Jurassic coal-builder in Tianshan and near areas. *Coal Geology & Exploration*, 25(2): 16—17 (in Chinese).
- Yang, B. Y., 2004. Tectonic evolution and petroleum accumulation in Mesozoic and Cenozoic Yanqi basin [Dissertation]. Northwest University, Xi'an (in Chinese with English abstract).

English abstract).

- Yao, Y. M., Liu, C. Y., Zhao, Z. L., et al., 2003. Structural evolution and hydrocarbon accumulation in Yanqi basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 24(2): 115—117 (in Chinese with English abstract).
- Yu, R. L., Yang, S. S., Han, J., 1996. Characteristics of moderate-small-size intermont basins structures and prospects for oil-gas exploration in Tianshan Mountain structural belts. *Xinjiang Petroleum Geology*, 17(1): 18—23 (in Chinese with English abstract).
- Yuan, Z. W., 2003. Analysis on structural evolution in Yanqi basin. *Journal of Jiangnan Petroleum Institute*, 25(4): 33—35 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, K., 1999. Reformed basin and its significance in petroleum geology. *Xinjiang Petroleum Geology*, 20(1): 65—70 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Z. M., Liou, J. G., Coleman, R. G., 1984. An outline of the plate tectonics of China. *Geological Society of America Bulletin*, 95: 295—312.
- Zhao, W. Z., Jin, J. Q., Xue, L. Q., et al., 2000. Formation and evolution of Jurassic proto-type basins in NW China. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- 附中文参考文献**
- 曹代勇, 邵龙义, 张鹏飞, 1999. 吐哈盆地早、中侏罗世聚煤期古构造. *古地理学报*, 1(2): 46—52.
- 车自成, 刘良, 罗金海, 2002. 中国及其邻区区域大地构造学. 北京: 科学出版社.
- 陈绍藩, 王建永, 黄国龙, 等, 2004. 吐哈盆地形成及其演化. *世界核地质科学*, 21(3): 125—131.
- 陈文礼, 2003. 焉耆改造型盆地特征及其油气勘探方向预测. *江汉石油学院学报*, 25(2): 4—5.
- 陈祥, 张育民, 程克明, 等, 2005. 焉耆盆地侏罗纪煤系源岩显微组分组合与生油潜力. *地球科学——中国地质大学学报*, 30(3): 337—342.
- 方世虎, 郭召杰, 张志诚, 等, 2004. 中新世代天山及其两侧盆地性质与演化. *北京大学学报(自然科学版)*, 40(6): 886—897.
- 高长林, 叶德燎, 张玉箴, 等, 2003. 塔里木中新世代盆地扩张和盆地俯冲与地幔柱. *石油实验地质*, 25(6): 661—669, 678.
- 郭召杰, 张志诚, 钱祥麟, 1995. 塔里木东北缘的一个早—中侏罗世拉分盆地——焉耆盆地. *地学前缘*, 2(3—4): 255—256.
- 何登发, 贾承造, 李德生, 等, 2005. 塔里木多旋回叠合盆地的形成与演化. *石油与天然气地质*, 26(1): 64—77.
- 何光玉, 赵庆, 李树新, 等, 2006. 塔里木库车盆地中生代原型盆地分析. *地质科学*, 41(1): 44—53.
- 胡剑凤, 刘玉魁, 郑多明, 等, 2004. 新疆库米什盆地构造特征及勘探前景. *新疆石油地质*, 25(1): 26—28.
- 靳久强, 赵文智, 薛良清, 等, 1999. 中国西北地区侏罗纪原型盆地与演化特征. *地质论评*, 45(1): 92—104.
- 李文厚, 周立发, 柳益群, 等, 1997. 吐哈盆地沉积格局与沉积环境的演变. *新疆石油地质*, 18(2): 135—141.
- 李永林, 卜翠萍, 南红丽, 等, 2003. 自生伊利石 K-Ar 测年在焉耆盆地油气成藏研究中的应用. *石油与天然气地质*, 24(2): 180—183.
- 李忠权, 张祖学, 崔春龙, 1996. 南天山库米什盆地形成演化探讨. *成都理工学院学报*, 23(3): 96—100.
- 林社卿, 邱荣华, 李永林, 等, 2003. 焉耆盆地侏罗系油气成藏期次分析. *地球科学——中国地质大学学报*, 28(1): 71—77.
- 刘林玉, 2003. 焉耆中生代原型盆地沉积特征与盆地边界的确定(博士论文). 西安: 西北大学.
- 罗金海, 车自成, 李继亮, 2000. 中亚及中国西部侏罗纪沉积盆地的构造特征. *地质科学*, 35(4): 404—413.
- 邱荣华, 陈文礼, 林社卿, 等, 2001. 焉耆盆地中生界层序地层和沉积体系分析. *地球科学——中国地质大学学报*, 26(6): 615—620.
- 吴富强, 1999a. 库米什盆地浅析. *天然气工业*, 19(4): 90—91.
- 吴富强, 1999b. 焉耆中生代原型盆地性质及形成机制. *新疆石油地质*, 20(4): 298—301.
- 吴孔友, 查明, 王绪龙, 等, 2005. 准噶尔盆地构造演化与动力学背景再认识. *地球学报*, 26(3): 217—222.
- 吴世敏, 马瑞士, 卢华复, 1997. 天山及邻区侏罗纪含煤建造的大地构造意义. *煤田地质与勘探*, 25(2): 16—17.
- 杨斌谊, 2004. 焉耆盆地中生代构造演化与油气聚集(博士论文). 西安: 西北大学.
- 姚亚明, 刘池阳, 赵增录, 等, 2003. 焉耆盆地构造演化与油气聚集. *新疆石油地质*, 24(2): 115—117.
- 俞仁连, 杨树生, 韩军, 1996. 新疆天山构造带中小型山间盆地构造特征及油气勘探方向. *新疆石油地质*, 17(1): 18—23.
- 袁政文, 2003. 焉耆盆地构造演化分析. *江汉石油学院学报*, 25(4): 33—35.
- 张抗, 1999. 改造型盆地及其油气地质意义. *新疆石油地质*, 20(1): 65—70.
- 赵文智, 靳久强, 薛良清, 等, 2000. 中国西北地区侏罗纪原型盆地形成与演化. 北京: 地质出版社.

我校秭归实践教学基地的教学资源特色与作用

张先进, 易顺华, 刘爱民, 余英, 徐亚军

中国地质大学, 湖北武汉 430074



秭归基地照片(东侧)

中国地质大学秭归实践教学基地(以下简称秭归基地)位于湖北省秭归县城西北,南依秀丽的夔龙山,东可遥望雄伟的三峡大坝,环境优美宁静。秭归基地是我校继周口店、秦皇岛实践教学基地之后兴建的又一个集实践教学、科研与生产为一体的大型多功能教学实践基地。该基地于 2005 年底建成,2006 年正式开展实践教学活动,虽然建成时间不长,但由于我校领导的高度重视及独具特色的实践教学资源优势 and 科研生产优势,秭归基地的建设规模与发展速度在我校三大实习基地中名列前茅。

秭归教学实践基地是教育部长江三峡库区地质灾害研究中心的重要组成部分。该中心的建设对促进三峡库区地质灾害防治水平、促进相关学科的发展、提升人才培养水平将发挥不可替代的作用。

1 秭归基地教学资源特色

秭归基地位于我国地质研究开展最早的地区之一。1924—1949 年我国著名的地质学家李四光教授对本区做过较详细的地质调查,著有“峡东地质及三峡历史”论文。近年来,特别是三峡工程开工建设以来,先后有我校地球科学学院、工程学院,以及长江水利委员会、南京地质古生物研究所等数十个单位对三峡地区的区域地质、灾害地质、工程地质等不同领域进行了更为详细的研究,取得了大量的研究成果。丰富的前人资料为秭归基地的创建与发展奠定

了坚实的基础。

秭归基地教学区内,基础地质教学资源丰富,地层出露连续完整,三大岩类发育齐全,褶皱与断裂等构造现象丰富。该区特有的地质现象也引起了学生极大的兴趣,闻名遐迩的皇陵岩体(三峡大坝坝基)与原震旦系国际标准剖面构成了秭归基地最具特色的基础地质实践教学内容。

秭归地区是我国灾害地质研究与防治工作开展较早的地区,其中新滩滑坡、链子崖危岩体治理工程最为著名。随着三峡大坝水利工程的建成,库区环境治理工作已全面展开,秭归作为重点环境治理地区,环境工程众多,先后建有大型污水处理和垃圾填埋场等环境处理工程,以及国家级水土保持实验基地。它们均成为我校工程学院与环境学院等最为理想的实践教学内容。另外,独特的峡江地貌与丰富的民风民俗也为我校地理信息系统与传媒等专业的学生开展实践教学提供了有利条件。

以上这些构成了秭归基地独具特色的多学科、多领域、实践性强的教学资源。

2 秭归基地的作用

根据秭归基地得天独厚的条件与优势,以及我校对秭归基地今后的发展与要求,秭归基地的作用主要有以下几个方面:

(下转 576 页)