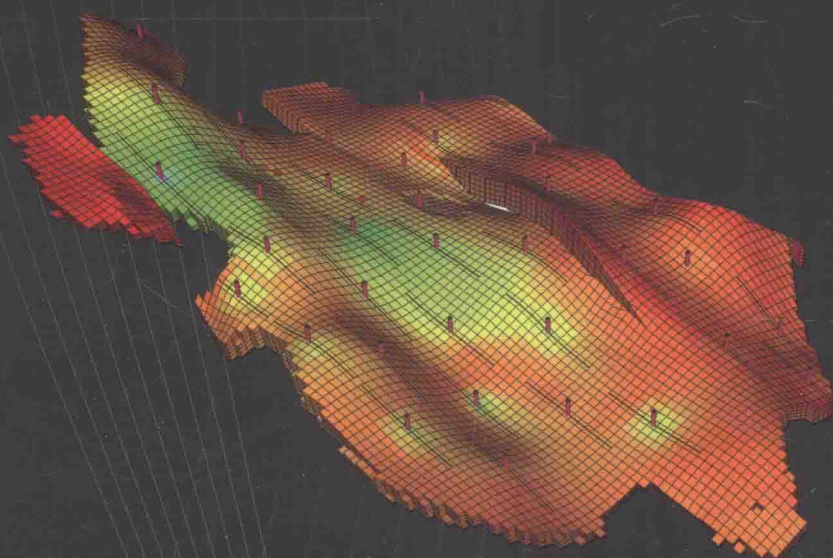


准中地区侏罗系储层 综合评价与改造技术

周汉国 著



中国石化大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

准中地区侏罗系储层 综合评价与改造技术

周汉国 著

图书在版编目(CIP)数据

准中地区侏罗系储层综合评价与改造技术 / 周汉国
著. — 东营: 中国石油大学出版社, 2015. 11

ISBN 978-7-5636-5003-3

I. ①准… II. ①周… III. ①准噶尔盆地—侏罗纪—
地层油气藏—油气资源评价—研究②准噶尔盆地—侏罗纪
—地层油气藏—油气勘探—改造技术—研究 IV.

① P618. 130. 624. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 271845 号

书 名: 准中地区侏罗系储层综合评价与改造技术
作 者: 周汉国

责任编辑: 穆丽娜(电话 0532 — 86981531)

封面设计: 青岛友一广告传媒有限公司

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: shiyoujiaoyu@163.com

印 刷 者: 青岛炜瑞印务有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0532 — 86981531, 86983437)

开 本: 185 mm × 260 mm 印张: 13.25 字数: 306 千字

版 次: 2015 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 68.00 元



内容提要

本书在总结近年来准中地区侏罗系储层地质研究和改造工艺成果基础上,对准中地区侏罗系储层综合评价和改造技术进行了系统的研究论述,主要包括:① 准中侏罗系储层层序地层划分方法、划分方案、界面识别和发育特征;② 侏罗系储层沉积相类型、识别标志和沉积体系;③ 储层发育特征、岩石学特征、储集性能、微观特征和综合评价及有利勘探目标;④ 储层敏感性预测、分布规律和伤害机理分析;⑤ 储层压裂前期工艺分析、压裂液体系、返排技术、支撑剂和压裂工艺及配套技术。

本书可供从事低渗透油藏储层地质研究以及改造技术工作的工程技术人员参考。

前言

石油是经济和社会发展最重要的战略资源之一,目前石油供需矛盾突出,已成为制约我国经济社会发展的主要瓶颈问题之一。加快我国油气资源的勘探开发已成为保障我国能源安全的重要举措,而西部探区是我国石油行业的重要潜力区之一。

准中地区位于准噶尔盆地腹部,包括中1、中2、中3和中4区块,是中国石油化工集团公司胜利西部探区的重要勘探阵地之一。经过10多年的研究和勘探开发,准中地区油气勘探开发取得了一定的成果,但目前仍有许多问题亟待解决:①储层物性差异导致产量差异大;②多数井见油层不出油,含油饱和度低;③油藏埋藏深,初期产量高,但递减快。目前,制约准中地区勘探的关键问题是有效储层描述与油气富集规律不清。如何寻找有利勘探目标是下一步勘探的重点任务,需要重点解决以下问题:

(1) 沉积体系和储层分布规律尚不清楚。

对侏罗系的物源体系及影响范围尚不清楚,对沉积相的认识还不统一,对储层的发育特征及分布特征也不清楚,因此需要加强沉积体系和储层分布规律的研究。

(2) 有利储层描述技术有待进一步提高。

目前准中地区大多数储层的地球物理描述方法是通过精细解释后的地震属性、反演分析等手段进行储层描述,然而这种手段的人为干预性较大,无法实现有利储层的精细识别描述,无法提高勘探的精度,因此需要由“描述储层”转变为“描述有利储层”,这样才能够提高有利储层的描述识别准确度,提高勘探成功率。

(3) 低产能储层改造工艺技术有待配套完善。

侏罗系储层受埋藏深、物性差等因素影响,大部分井无自然产能或自然产能低,需要通过储层改造才能对资源进行有效动用。针对压裂改造过程中出现的地面施工压力高、排量低、返排率低、压裂改造效果差等问题,需要开展相关技术攻关,形成适合准中地区的深层低渗透储层大规模压裂改造技术。

本书在总结近年来准中地区侏罗系储层地质研究和改造工艺成果的基础上,对准中地区侏罗系储层综合评价和改造技术进行了系统的研究论述,以期对促进准中地区的勘探发

展发挥积极作用,并对同类油藏的勘探开发提供技术参考支持。

在本书撰写过程中,得到了胜利油田石油工程技术研究院、中国石油大学(华东)石油工程学院等单位领导和专家的大力支持,在此一并表示感谢。

由于低渗透油藏储层研究和改造技术的复杂性以及作者水平所限,书中所述内容必有不足之处,敬请读者批评指正。

作 者
2015 年 6 月

目 录

第一章 区域勘探开发概况	1
第一节 区域勘探概况	1
第二节 区域地质概况	2
第三节 区域开发概况	11
第二章 层序地层划分与对比	13
第一节 层序地层划分方法	13
第二节 层序划分方案及界面识别	19
第三节 层序发育特征	27
第四节 层序地层对比	28
第五节 层序发育主控因素	30
第三章 沉积体系及时空展布特征	33
第一节 沉积相类型与识别标志	33
第二节 层序格架下的沉积体系	39
第四章 储层特征研究	52
第一节 储层发育特征	52
第二节 储层岩石学特征	62
第三节 储集性能及其微观特征	70
第四节 储层综合评价及有利勘探目标	79
第五章 储层敏感性预测与分布规律	94
第一节 储层敏感性预测指标体系	94

第二节 储层敏感性预测方法	102
第三节 准中地区储层敏感性预测	107
第四节 储层伤害平面分布规律分析	111
第五节 储层伤害纵向分布规律分析	122
第六章 储层改造工艺技术	126
第一节 前期压裂工艺分析评价	126
第二节 低摩阻加重压裂液体系研究	152
第三节 压裂液返排技术研究	155
第四节 支撑剂优选实验评价	161
第五节 压裂工艺及配套技术研究	165
参考文献	173
附录 敏感性学习样本库、预测样本库及预测结果	176

第一章 区域勘探开发概况

第一节 区域勘探概况

准噶尔盆地地处中亚腹地,位于新疆北部,行政上隶属于新疆维吾尔自治区,地理坐标大致介于北纬 $43^{\circ}20'$ ~ $46^{\circ}40'$ 和东经 $82^{\circ}30'$ ~ $91^{\circ}30'$ 之间,盆地四周被褶皱山系所包围,西北界为扎依尔山、哈拉阿拉特山;东北界为阿尔泰山、青格里底山和克拉美丽山;南界为伊林黑比尔根山和博格达山。该盆地总体形态略呈三角形,东西长,南北窄,面积为 $13.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。准噶尔盆地共分为乌伦古坳陷、陆梁隆起、中央坳陷、中央隆起、西部隆起、东部隆起和天山山前断褶带等 7 个一级构造单元。

准中地区位于准噶尔盆地腹部,包括中 1、中 2、中 3 和中 4 区块,勘探面积为 $12\,442.7 \text{ km}^2$,南靠北天山山前断褶带,北邻陆梁隆起,东西分布于白家海凸起与中拐-达巴松凸起之间。

截至 2011 年底,探区内共完成化探测线 $1\,841.76 \text{ km}$,二维地震测线 $9\,647.2 \text{ km}$,测网密度达到 $4 \text{ km} \times 4 \text{ km}$,局部地区达到 $1 \text{ km} \times 2 \text{ km} \sim 2 \text{ km} \times 2 \text{ km}$ 。完成三维地震 $6\,420.19 \text{ km}^2$,中 1 区块、中 3 区块北部以及中 4 区块董 1 井区已实现三维覆盖;完钻探井 45 口,进尺 $225\,018.11 \text{ m}$,发现白垩系、侏罗系和三叠系等多套含油层系。探明石油地质储量 $2\,059 \times 10^4 \text{ t}$,溶解气 $22.86 \times 10^8 \text{ m}^3$,控制石油地质储量 $10\,158.5 \times 10^4 \text{ t}$,溶解气 $175.95 \times 10^8 \text{ m}^3$,预测石油地质储量 $7\,000 \times 10^4 \text{ t}$,溶解气 $242.9 \times 10^8 \text{ m}^3$,气层气 $106.62 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

近几年,中石油新疆油田在邻区漠北、阜东斜坡区取得了一系列的突破。在漠北地区采用新三维资料,资料品质得到了显著提高,小断裂更为清晰可靠。利用新三维资料,2010 年莫 116 井区 $J_1s_2^1$ 层上报探明储量 $1\,920 \times 10^4 \text{ t}$,2011 年 $J_1s_2^1$ 层上报探明储量 $526 \times 10^4 \text{ t}$;2010 年在紧邻中 4 区东部的阜东 2 井,侏罗系头屯河组河道砂体首获突破;2011 年阜东 5 井、阜东 052 井、阜东 7 井、阜东 8 井头屯河组相继获得油流,河道型岩性勘探呈现规模增长的态势,是年阜东斜坡区头屯河组共上报控制石油地质储量 $4\,171 \times 10^4 \text{ t}$ 。

中部区块主体位于盆地多个生油凹陷区,资源潜力大,预测资源量 $10.6 \times 10^8 \text{ t}$ 。目前钻井揭示从 K 砂组至 T 砂组共有 6 套含油层系,8 套储盖组合,发育了岩性和地层等多种油藏类型,具备形成大中型岩性、地层-岩性油气藏的地质条件,是胜利油田西部探区的重要勘探阵地之一。

第二节 区域地质概况

准噶尔盆地发育中上石炭统一第四系沉积盖层,沉积盖层最大厚度可达 15 000 m,是中国西北地区一个十分重要的含油气盆地。准噶尔盆地腹部(准中地区)主要是指中国石油化工集团公司位于准噶尔中部的中 1 区块、中 2 区块、中 3 区块和中 4 区块等四个区块(见图 1-2-1)。准噶尔盆地具有丰富的油气资源,据 2000 年完成的油气资源评价结果,盆地范围内油气资源量分别为:油 $85.87 \times 10^8 \text{ t}$,气 $20\,925 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。盆地内油气资源探明率较低,尚处于油气勘探的高峰阶段。



图 1-2-1 准噶尔盆地腹部中石化四个区块工区位置图

一、地层特征

从盆地内的钻井资料及盆地二维地震资料的追踪结果可以得出如下结论:

(1) 在准噶尔盆地腹部基底之上从古生界到中、新生界均有分布。

(2) 不同区域间虽有不同程度和不同地层的剥蚀或缺失,但几大套地层在纵向发育和平面展布上基本是完整的。

1. 地层岩石组合特征

准噶尔盆地地层主要分布有石炭系、二叠系和中、新生界(见表 1-2-1)。石炭系发育一套半深海—深海沉积,除阿尔泰山区仅见下石炭统浅变质的砂岩、板岩、硅质板岩及中酸性火山岩外,其余各地发育较全。西北缘及东北部均为砂岩、粉砂岩、凝灰质砂岩及凝灰岩,下石炭统夹大量中基性火山岩,中、上石炭统夹中酸性火山岩;克拉美丽山石炭系下部为中酸性火山岩及凝灰岩,上部为凝灰质砾岩和砂砾岩;依林黑比尔根山主要为一套中基性火山岩及凝灰岩;博格达山为一套中酸性—基性火山岩及砂岩、粉砂岩。

二叠系主要为陆相碎屑岩沉积。盆地南缘二叠系下部为海陆交互的碎屑岩沉积,中部为灰、灰黑、暗色砾岩,细砂岩,粉砂岩,灰岩及油页岩,局部夹火山碎屑岩;博格达山前沉积了中二叠统芦苇沟组灰黑色有机岩建造,为盆地内良好的烃源层,上部为暗色细碎屑岩;

东北缘二叠系下部为红色砂岩、泥岩夹砾岩，上统为灰绿色砂岩、泥岩夹油页岩；西北缘地区下二叠统佳木河组为一套熔岩、火山碎屑岩夹砂砾岩，在早二叠世西北缘玛湖凹陷沉积了 700 m 左右的风城组咸化湖泊沉积；盆地腹部早二叠世佳木河组沉积时期开始进入陆相沉积，主要发育洪积相、河流-湖泊相，上二叠统和下三叠统(仓房沟组)为磨拉石建造，以杂色的洪积相和河流相为主，厚度为 200~1 200 m，中上三叠统(小泉沟组)以河流相为主，后期转为湖泊相沉积，厚约 20~500 m。

侏罗系在克拉美丽山、和什托洛盖盆地以及准噶尔盆地南缘均有大面积出露，在阿尔泰地区缺失。中下侏罗统沉积极为广泛，为河流沼泽相沉积，有砂岩、砾岩、泥岩、煤层及炭质页岩，主要为含煤建造，地层厚度为 245~400 m，为盆地内重要的煤系烃源岩；中侏罗统顶部及上侏罗统为一套河流相厚层砂岩至红色磨拉石建造，厚度为 200~1 600 m。

白垩系主要分布于克拉玛依以东，克拉美丽山南部及盆地的南缘，呈平行或角度不整合覆盖于侏罗系之上。下白垩统底部普遍发育砾岩层，其上为绿色泥岩与砂岩互层夹紫红色砂质泥岩条带。上白垩统为河流相、河湖相碎屑岩，岩性为褐黄色、紫红色泥岩，砂岩，砾岩。自晚白垩世起盆地开始向南收缩。

古新统一始新统为河流相红色砂岩和砂质泥岩，渐新统为深湖相灰绿色砂岩和泥岩，中新统则为河流相红色砂岩和泥岩。

第四系为尚未固结的砾岩与黏土层，呈戈壁荒漠的地理景观。

表 1-2-1 准噶尔盆地地层分区表

界	系	统	西北部	东北部	南 部		
新生界	第四系	下更新统			西域组		
	第三系	上新统	独山子组	独山子组	独山子组		
		中新统	塔西河组	塔西河组	塔西河组		
			沙湾组	沙湾组	沙湾组		
		渐新统	乌伦古河组	乌伦古河组	安集海河组		
		始新统			紫泥泉子组		
		古新统					
	中生界	白垩系	上 统	红砾山组	红沙泉组		
艾力克湖组					东沟组		
下 统			吐谷鲁群	吐谷鲁群	吐谷鲁群	连木沁组	
						胜金口组	
		呼图壁河组					
清水河组							
侏罗系		上 统				喀拉扎组	
			齐古组	石树沟群	齐古组	齐古组	
	头屯河组	头屯河组	头屯河组				
	中 统	西山窑组	西山窑组	西山窑组			

续表

界	系	统	西北部		东北部		南 部		
古生界	侏罗系	下 统	三工河组		三工河组		三工河组		
			八道湾组		八道湾组		八道湾组		
	三叠系	上 统			小泉 沟群	郝家沟组	小泉沟群	郝家沟组	
			白碱滩组			黄山街组		黄山街组	
		中 统	克拉玛依 组	上亚组		克拉玛依组			克拉玛依组
				下亚组					
		下 统	百口泉组		上仓房沟群	烧房沟组	上仓房沟群	烧房沟组	
						韭菜园子组		韭菜园子组	
		锅底坑组	锅底坑组						
	二叠系	上 统	上乌尔禾组		下仓房沟群	梧桐沟组	下仓房沟群	梧桐沟组	
						泉子街组		泉子街组	
		中 统	下乌尔禾组		平地泉组		上茆茆 槽子群	红雁池组	
			夏子街组		将军庙组			芦草沟组	
		下 统	风城组		胜利沟组	塔什库拉组		下茆茆 槽子群	井井子沟组
			佳木河组	上亚组			石人子沟组		塔什库拉组
				中亚组					
	下亚组								
石炭系	上 统	太勒古拉组		石钱滩组		祁家沟组			
				巴塔玛依内山组		柳树沟组			
	下 统	包古图组		滴水泉组					
希贝库拉斯组									

2. 地层分布特征

1) 二叠系

二叠系在准噶尔地区主要出露于南缘乌鲁木齐—吉木萨尔一带和西北缘克拉玛依地区。为落实盆地主要烃源岩层系(二叠系)的展布及古构造特征,收集和分析了大量前人的研究成果,并通过井震联合标定及二维、三维地震资料的系统解释,对下二叠统及上二叠统地层展布及古构造特征有了比较清晰的认识。

(1) 下二叠统:在准中地区可分下、上两组,下组为佳木河组,上组为风城组。

在佳木河组沉积时期,盆地沉积总体特征表现为西部厚、东部薄,即具有厚度由西向东逐渐减薄的特点。受晚海西运动影响,火山活动强烈,断裂发育,拗隆相间的构造格局十分明显。佳木河组储层为一套粗的碎屑沉积,主要岩性为灰绿、黑色泥岩夹杂色砂岩,凝灰质

砂岩,砾岩。准中地区盆1井西凹陷和东道海子北凹陷沉积厚度分别约为3 500 m和1 000 m。

风城组沉积主要分布于玛湖凹陷、盆1井西凹陷和昌吉凹陷之内。沉积的总体特征为盆地西、南较厚,腹部及北部较薄。玛湖凹陷和盆1井西凹陷的构造走向为北东向,沉积厚度分别可达2 100 m和1 100 m,是该盆地二叠系第一套主力烃源层。

(2) 上中二叠统:划分为夏子街组和乌尔禾组两个组。

夏子街组沉积范围扩大,主要分布于盆地腹部、西北缘和东部隆起区的广大地区,其他地区均处于无沉积或剥蚀状态,与下伏地层呈区域性角度不整合接触。

乌尔禾组沉积范围与夏子街组沉积范围相当,不同之处在于其在中拐地区沉积了一定厚度的下乌尔禾组。其构造的总体特征为北西向,坳隆相间的构造格局已不显著。在此时期,盆地沉积凹陷的构造走向以北东向为主,沉积厚度差别不大,主要在900~1 350 m范围内变动。在盆1井西凹陷、东道海子凹陷、昌吉凹陷沉积了盆地二叠系第二套主要烃源岩——下乌尔禾组。

总之,二叠系沉积了两套主要烃源岩层和两套主要储集层,且发育受伸展正断层控制的断陷和断凸,为油气的生成、运移和聚集提供了必备的地质条件。

2) 三叠系

三叠系沉积时,开始形成了统一的沉积盆地。三叠系分为上、中、下三个统。

(1) 下三叠统百口泉组:沉积范围与乌尔禾组沉积范围相当,与下伏二叠系呈区域性角度不整合接触。盆地的构造发育特点为:构造走向以北西向为主,沉积厚度可达1 000 m以上,总体表现为南厚北薄。主要岩性为棕红色或灰绿色泥岩夹灰绿、灰紫色砂岩和砾岩。百口泉组是该盆地三叠纪早期的储集层。

(2) 中三叠统克拉玛依组:沉积范围与百口泉组相似。主要岩性为黄绿色泥岩与黄绿色中细砂岩不等厚互层,夹炭质泥岩和薄煤层。克拉玛依组是该盆地三叠纪的烃源岩和储集层。

(3) 上三叠统白碱滩组:沉积范围明显大于中下三叠统的沉积范围,向西到四棵树凹陷,向北到乌伦古坳陷。构造走向以北西向为主,沉降中心位于盆1井西凹陷与昌吉凹陷,沉积厚度变化不大,形成盆地第一套良好的区域性盖层。主要岩性下部为深灰、黄绿色泥岩夹泥灰岩和泥质砂岩,上部为深灰、灰绿色泥岩夹黄绿色细砂岩。

准噶尔自三叠纪进入拗陷阶段以来第一次使盆地统一。早一中三叠世湖盆面积扩大,水体较浅,以棕红、黄绿色泥岩夹砂岩或泥岩与砂岩互层。晚三叠世湖盆进一步扩展,水体变深,为深灰、灰绿色泥岩夹黄绿色细砂岩,局部地区下部为灰黄色泥灰岩。最大沉积厚度在石河子一盆1井一带,厚2 000 m。

3) 侏罗系

侏罗系沉积时盆地处于泛盆阶段,沉积范围进一步扩大,自下而上分为下、中、上三个统,下侏罗统由八道湾组、三工河组组成,中侏罗统由西山窑组、头屯河组组成,上侏罗统由齐古组和喀拉扎组组成,其中喀拉扎组在盆地腹部缺失。

(1) 下侏罗统八道湾组:早侏罗世早期,受印支运动影响,八道湾组的沉积范围超过三叠系的沉积范围,扩大到南缘西部的广大地区,形成了四棵树凹陷,与下伏三叠系呈区域性

角度不整合接触。沉降中心主要位于盆1井西凹陷和昌吉凹陷,沉积厚度可达1 200 m。岩性中下部为灰绿、灰黑色泥岩与砾岩、含砾砂岩等厚互层,上部为泥岩与细砂岩互层,盆地南缘多夹煤层。八道湾组为盆地发育的第一套主要的煤系地层,也是盆地第一套主要的煤成烃层系。

前期通过对中1区块和中3区块的分析将八道湾组分为三个段,自下而上分别是一段、二段和三段。

① 八道湾组一段沉积时期,主要受西北部乌尔禾物源体系的控制,广泛发育辫状河三角洲沉积,中1区块主要为辫状河三角洲平原沉积。在此时期,主要以进积式三角洲沉积为主,表现在垂向序列上以反韵律为主,自下而上共发育6期次砂体。其中, J_1b_3 层发育三期沉积体,第一、第二期表现为反韵律沉积,为细砂岩、含砾砂岩、泥岩的岩性组合,第三期表现为细—粗—细的复合韵律沉积,为细砂岩、砂质泥岩、泥岩的岩性组合; J_1b_2 层发育两期沉积体,表现为两套反韵律沉积,均为细砂岩、含砾砂岩、泥岩的岩性组合; J_1b_1 层发育一期沉积体,表现为一套反韵律沉积,为细砂岩、含砾砂岩、泥岩的岩性组合。

② 八道湾组二段沉积时期,仍受西北部乌尔禾物源体系的控制,发育辫状河三角洲沉积。在此时期,相比八道湾组三段,物源供给明显不足,辫状河三角洲沉积呈现明显萎缩。中1区块表现为辫状河三角洲前缘沉积,主要以泥岩沉积为主。

③ 八道湾组三段沉积时期,西北部乌尔禾物源体系进一步萎缩,受西部克拉玛依物源体系和东部克拉美丽山物源体系的控制,中1区块主要发育辫状河三角洲前缘沉积。

通过对准噶尔盆地34条大线及三维地震资料的精细解释,明确了八道湾组三个层段的展布形态。准噶尔盆地八道湾组泥岩发育段(J_1b_2)主要集中在中4区块西南部,为主要的烃源岩发育区。

(2) 下侏罗统三工河组:沉积范围与八道湾组的沉积范围相当,沉积厚度变化不大,沉积中心仍主要位于盆地腹部地区,沉积厚度约为1 200 m。岩性下部为灰绿色石英砂岩、中砾岩,中上部为浅灰绿色中砂岩与泥岩互层。与八道湾组表现类似,其最大的贡献是形成了盆地侏罗系的主要储集层与泥质岩烃源层。

(3) 中侏罗统西山窑组:沉积范围与三工河组的沉积范围大致相当,但在腹部的马桥凸起的高部位部分缺失,沉降中心主要位于盆地南缘东部及昌吉凹陷,沉积厚度可达1 000 m。岩性为灰绿、黄灰色石英粗、中细粉砂岩,灰绿、灰黑色泥岩,炭质泥岩和煤层互层。西山窑组形成盆地第二套主要的煤成烃层系与储集层。

(4) 中侏罗统头屯河组:沉积范围与西山窑组的沉积范围相当,但后期剥蚀严重,在盆地腹部的莫索湾、莫北和马桥凸起高部位可能曾有一定厚度的沉积,但由于车莫古隆起的抬升,本套地层遭受剥蚀而缺失。沉降中心主要位于盆地南缘东部及乌伦古凹陷,沉积厚度分别可达2 000 m和1 000 m。主要岩性为黄灰色细砾岩,粗、中、细砂岩与灰黑、灰绿、紫褐色泥岩等厚互层。

总体上,侏罗纪是准噶尔盆地最大的一次聚煤期,于八道湾组与西山窑组沉积了盆地四套主要的煤系地层,盆地南缘沉降幅度大、沉积物堆积厚,具备雄厚的煤成烃物质基础,形成盆地最主要的气源层。在早—中侏罗世早期,准噶尔盆地地处热带—亚热带,气候温暖,雨量充沛,植物繁茂,沼泽遍布。盆地中部为滨湖沼泽区,大致可分为上、下两个岩性

段：下部为灰绿、灰黑色泥岩和煤层与砾岩、含砾砂岩互层，泥岩与细砂岩互层；上部为灰绿色石英砂岩、中砾岩、浅灰绿色中砂岩与泥岩互层。在中晚期，基本上继承了前期古地理及沉积环境，只是气候逐渐干热，可分上、下两个岩性段：下部为灰绿、黄灰色石英砂岩和粉砂岩与灰绿灰黑色泥岩、炭质泥岩、煤层互层；上部为黄绿色细砂岩和粗、中细砂岩与灰黑、灰绿、紫褐色泥岩互层。

4) 白垩系

白垩系沉积了盆地最厚的地层，沉积厚度可达 4 500 m，分为上、下白垩统，下白垩统称为吐谷鲁群，上白垩统为东沟组。

(1) 下白垩统吐谷鲁群：在盆地南部，吐谷鲁群自下而上又划分为清水河组、呼图壁河组、胜金口组、连木沁组。吐谷鲁群沉积范围进一步扩大，与下伏侏罗系呈区域性角度不整合接触。沉降中心位于盆地南缘，沉积厚度达 3 500 m，地层厚度由南向西、北、东三个方向快速减薄至尖灭。主要岩性为棕褐、黄绿、灰绿色细砂岩与泥岩互层。

(2) 上白垩统东沟组：沉积范围减小，与下伏吐谷鲁群地层在局部地区呈角度不整合接触。沉降中心仍位于盆地南缘，沉积厚度可达 1 000 m。岩性主要为灰绿、褐色泥岩夹黄灰色灰质砂岩。

总之，白垩纪时沉降中心位于盆地南缘，沉积厚度由南向北、东、西逐渐减薄，最厚达 4 500 m。

二、构造特征

1. 中生界构造单元

准噶尔盆地的腹部自北向南横跨中央拗陷、中央隆起和天山山前拗陷，略呈长方形近东西向展布。其南靠北天山山前逆冲断褶带，北邻陆梁隆起，东西分布于白家海凸起与中拐—达巴松凸起之间，主要包括盆 1 井西拗陷、东道海子北拗陷、昌吉拗陷和莫北、马桥两个凸起，面积为 29 700 km²（见图 1-2-2 和图 1-2-3）。

总体来看，腹部地区 J—K 构造相对比较简单，目前构造主体为一南倾的大缓坡构造背景，从断陷湖盆的角度出发，构造单元的划分比较困难，而从盆地基底分析，构造单元的划分又比较复杂。

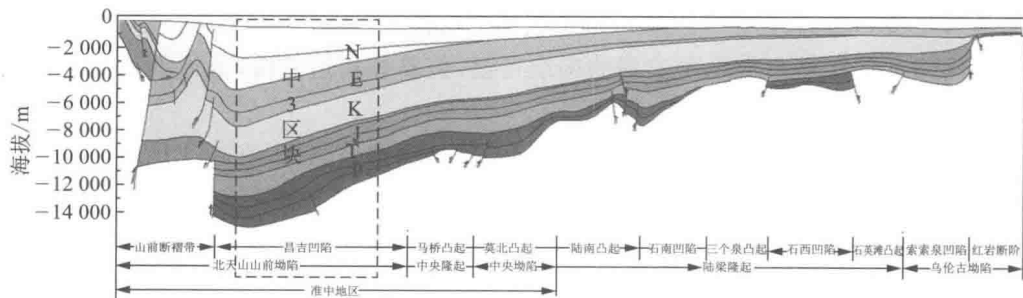


图 1-2-2 腹部地区 SN6 地质剖面图

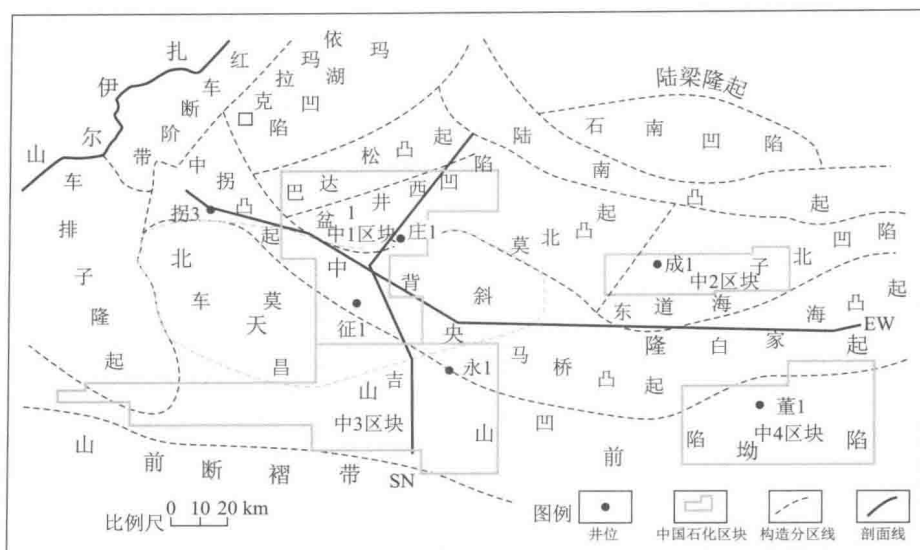


图 1-2-3 准噶尔盆地构造单元划分图

1) 腹部地区 J—K 构造特征

腹部地区是盆地沉积物最发育、沉积最稳定的区域,在沉积区域上,储层稳定分布在基本相同的范围中,在沉积发育时期上,从海西—喜山期表现为稳定的拗陷型沉积环境,其构造活动也表现出明显的区域特征,如大型凹陷沉积和大区域整体拗陷沉积。

该区侏罗—白垩系广泛发育和分布。在地震剖面上, T_{j1} 波组对应于八道湾组底界,对应于波峰,连续稳定; T_{j2} 波组对应于八道湾组顶部煤层反射(与三工河组底界相差两个相位),相当于三工河组底界,反射能量较弱; T_{j3} 波组对应于西山窑组中部煤层强相位反射,连续稳定; T_{j4} 波组对应于头屯河组底界。这四个地震反射波组在地震剖面的反应均十分明显,尤其是 T_{j2} 和 T_{j3} 波组在大部分地区表现为一组长距离连续追踪的双相位强振幅的反射波,素有“钢轨”反射层之称,很容易识别。 T_{k1} 地震反射相当于白垩系的底界反射,一般由一弱一强两个相位组成,反射能量中等到强,连续性好,可全区追踪对比。全区 T_{e1} 为中、新生界之间的地震反射,由一组反射较强的相位组成。

腹部地区侏罗纪初期发生中生代第一次准平原化,在三叠系顶部形成准夷平面,八道湾组底部构造形态总体呈现西南低、东北高的缓坡,但在南部较陡,北部稍缓,受南凸断续分布的弧形断层的影响,在中2区块形成鼻状构造特征。

三工河组的底部基本继承了前期的构造特征,但整体构造变缓,为近西南倾的斜坡构造背景。

西山窑组底部构造进一步变缓,在西南倾的缓坡构造背景下,在中1区块车莫地区发育背斜构造,顶部被剥蚀,向西与车排子隆起连为一体。相当于西山窑组顶部,车莫古隆起进一步扩大,向东北延伸至陆梁隆起区,向东与克拉美丽山连为一体,实际上把准噶尔盆地一分为二,南块仍为西南倾向,北块整体较平缓。

在侏罗纪末期,发生了中生代第二次准平原化事件,该时期是腹部地区乃至整个准噶尔盆地中生代构造最平缓的时期,尽管仍为西南方向倾斜,但整体十分平缓,在白垩纪初期

沉积时无明显的构造起伏特征。

上白垩统东沟组底部又基本继承了侏罗纪早期的构造特征,呈现西南低、东北高的缓坡构造背景。白垩系西南倾加剧,向东北方向为一缓坡。

2) 腹部地区中生界构造层划分

腹部区块中生界侏罗系、白垩系之间存在明显的沉积间断,侏罗系顶部与白垩系底部呈高角度不整合接触关系,呈现明显的不同构造层特征。

从腹部地区的地质构造发展演化分析,侏罗纪沉积比较稳定,而在侏罗纪末期,构造活动比较强烈,西升东降,在车莫古隆起构造顶部中1~中3区块之间上侏罗统与中侏罗统西山窑组被剥蚀殆尽,侏罗统在中2~中4区块保留较全,从而在车莫古隆起构造顶部侏罗系与白垩系之间形成近30 Ma(头屯河组—喀拉扎组距今175~145.6 Ma)的区域性地层剥蚀面(见图1-2-4),根据腹部地区的地层沉积特征分析,推测最大剥蚀厚度可达600~1 000 m(其中,西山窑组100~300 m,头屯河组—喀拉扎组500~700 m)。而在白垩纪早期,车莫古隆起构造顶部反而降低,白垩系在侏罗系顶部平面之上自西向东、自北向南层层超覆于车莫古隆起构造顶部,从而在侏罗系、白垩系之间形成了一个区域性的角度不整合面。

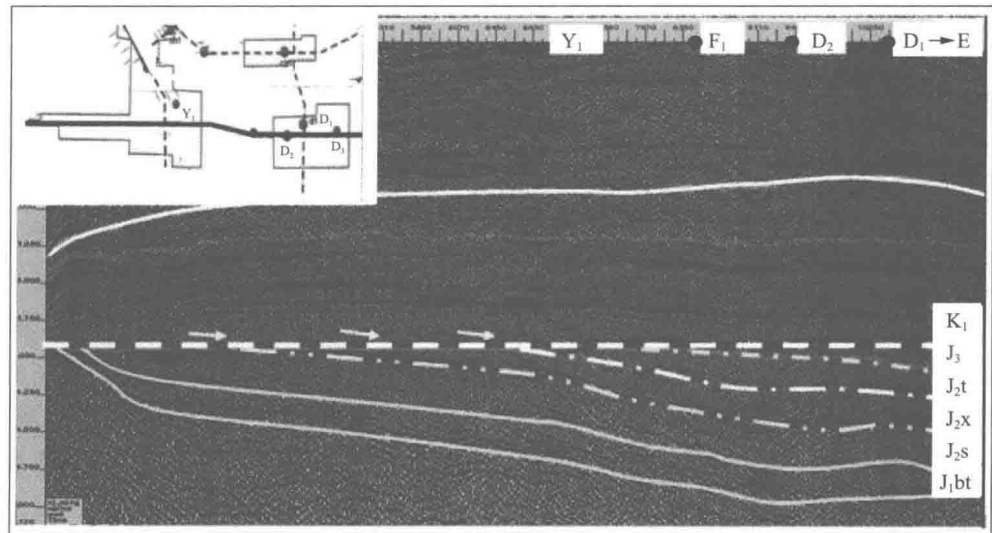


图 1-2-4 腹部地区过永1—董1井地震测线 K₁ 底层拉平剖面图

由于在车莫古隆起顶部缺失侏罗系上侏罗统齐古组—喀拉扎组、中侏罗统头屯河组—西山窑组,在董1井区下侏罗统三工河组一段也保留不全,地层剥蚀造成长时期沉积间断,加之白垩系沉积时与下伏侏罗系不同组段呈高角度不整合接触关系,因而在腹部地区,中生界侏罗系与白垩系之间形成了白垩系与侏罗系两大构造层。

3) 腹部地区负反转构造特征

准噶尔盆地在海西期褶皱基底之上,经历了晚海西、印支—燕山、喜山三次大的构造运动,盆地演化相应经过前陆盆地(P—T)—拗陷盆地(J—E)—前陆盆地(N—Q)三个演化