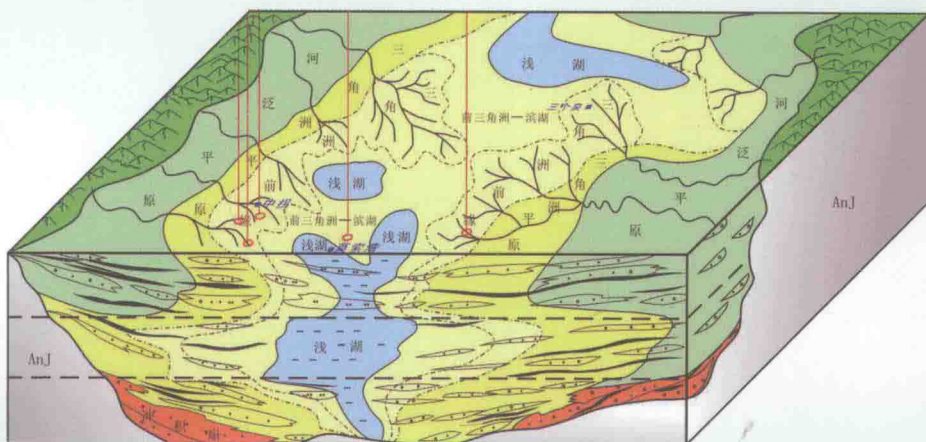


准噶尔盆地油气勘探开发系列丛书

准噶尔盆地 侏罗—白垩系储层成因 和评价预测

GENESIS, EVALUATION AND PREDICTION OF RESERVOIR IN JURASSIC AND CRETACEOUS, JUNGGAR BASIN

雷德文 斯春松 徐洋 等著



石油工业出版社

非煤矿山地质 环境—自然系统耦合过程 和评价模型

王世军 王世军 等 著



地质出版社

准噶尔盆地侏罗—白垩系 储层成因和评价预测

雷德文 斯春松 徐 洋 孔玉华
常秋生 陈能贵 吴 涛 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统阐述了准噶尔盆地侏罗系和白垩系储层的岩石学、储集性质和孔隙结构特征;深入分析了侏罗系和白垩系储层减孔最重要的成岩作用即压实作用的控制因素,并建立了它们之间的定量关系;提出非煤系砂岩储层、煤系砂岩储层和高塑性岩屑砂岩储层的孔隙演化或成因模式;建立了侏罗系有效储层埋藏深度下限的预测模型,为该层系有利储层分布预测提供了有效工具。

本书可供从事石油地质研究的科研人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

准噶尔盆地侏罗—白垩系储层成因和评价预测/雷德文等著.
北京:石油工业出版社,2015.6

(准噶尔盆地油气勘探开发系列丛书)

ISBN 978-7-5183-0727-2

I. 准…

II. 雷…

III. 准噶尔盆地—白垩纪—储集层—成因

IV. P618.130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第103896号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址:www.petropub.com

编辑部:(010)64523543 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2015年6月第1版 2015年6月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:8.5

字数:218千字

定价:80.00元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

序

准噶尔盆地位于中国西部,行政区划属新疆维吾尔自治区。盆地西北为准噶尔界山,东北为阿尔泰山,南部为北天山,是一个略呈三角形的封闭式内陆盆地,东西长 700 千米,南北宽 370 千米,面积 13 万平方千米。盆地腹部为古尔班通古特沙漠,面积占盆地总面积的 36.9%。

1955 年 10 月 29 日,克拉玛依黑油山 1 号井喷出高产油气流,宣告了克拉玛依油田的诞生,从此揭开了新疆石油工业发展的序幕。1958 年 7 月 25 日,世界上唯一一座以石油命名的城市——克拉玛依市诞生。1960 年,克拉玛依油田原油产量达到 166 万吨,占当年全国原油产量的 40%,成为新中国成立后发现的第一个大油田。2002 年原油年产量突破 1000 万吨,成为中国西部第一个千万吨级大油田。

准噶尔盆地蕴藏着丰富的油气资源。油气总资源量 107 亿吨,是我国陆上油气资源当量超过 100 亿吨的四大含油气盆地之一。虽然经过半个多世纪的勘探开发,但截至 2012 年底石油探明程度仅为 26.26%,天然气探明程度仅为 8.51%,均处于含油气盆地油气勘探阶段的早中期,预示着巨大的油气资源和勘探开发潜力。

准噶尔盆地是一个具有复合叠加特征的大型含油气盆地。盆地自晚古生代至第四纪经历了海西、印支、燕山、喜马拉雅等构造运动。其中,晚海西期是盆地坳陷构造格局形成、演化的时期,印支—燕山运动进一步叠加和改造,喜马拉雅运动重点作用于盆地南缘。多旋回的构造发展在盆地中造成多期活动、类型多样的构造组合。

准噶尔盆地沉积总厚度可达 15000 米。石炭系—二叠系被认为是由海相到陆相的过渡地层,中、新生界则属于纯陆相沉积。盆地发育了石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、古近系六套烃源岩,分布于盆地不同的凹陷,它们为准噶尔盆地奠定了丰富的油气源物质基础。

纵观准噶尔盆地整个勘探历程,储量增长的高峰大致可分为西北缘深化勘探阶段(20 世纪 70—80 年代)、准东快速发现阶段(20 世纪 80—90 年代)、腹部高效勘探阶段(20 世纪 90 年代—21 世纪初期)、西北缘滚动勘探阶段(21 世纪初期至今)。不难看出,勘探方向和目标的转移反映了地质认识的不断深化和勘探技术的日臻成熟。

正是由于几代石油地质工作者的不懈努力和执著追求,使准噶尔盆地在经历了半个多世纪的勘探开发后,仍显示出勃勃生机,油气储量和产量连续 29 年稳中有升,为我国石油工业发展做出了积极贡献。

在充分肯定和乐观评价准噶尔盆地油气资源和勘探开发前景的同时,必须清醒地看到,由

于准噶尔盆地石油地质条件的复杂性和特殊性,随着勘探程度的不断提高,勘探目标多呈“低、深、隐、难”特点,勘探难度不断加大,勘探效益逐年下降。巨大的剩余油气资源分布和赋存于何处,是目前盆地油气勘探研究的热点和焦点。

由新疆油田公司组织编写的《准噶尔盆地油气勘探开发系列丛书》历经近两年时间的努力,今天终于面世了。这是第一部由油田自己的科技人员编写出版的专著丛书,这充分表明我们不仅在半个多世纪的勘探开发实践中取得了一系列重大的成果、积累了丰富的经验,而且在准噶尔盆地油气勘探开发理论和技术总结方面有了长足的进步,理论和实践的结合必将更好地推动准噶尔盆地勘探开发事业的进步。

系列专著的出版汇集了几代石油勘探开发科技工作者的成果和智慧,也彰显了当代年轻地质工作者的厚积薄发和聪明才智。希望今后能有更多高水平的、反映准噶尔盆地特色地质理论的专著出版。

“路漫漫其修远兮,吾将上下而求索”。希望从事准噶尔盆地油气勘探开发的科技工作者勤于耕耘,勇于创新,精于钻研,甘于奉献,为“十二五”新疆油田的加快发展和“新疆大庆”的战略实施做出新的更大的贡献。

新疆油田公司总经理

2012. 11. 8

Handwritten signature in black ink, reading '陈国发' (Chen Guofa).

前言

准噶尔盆地位于准噶尔地块的核心稳定区,处于哈萨克斯坦古板块、西伯利亚古板块和塔里木古板块的交会部位,是一个三面被古生代造山带包围的由晚石炭世至第四纪发展起来的大陆板内大型含油气盆地。经过五十多年的油气勘探及综合研究,特别是20世纪90年代以来进入盆地腹部勘探后,侏罗系、白垩系成为该盆地重要的油气勘探层系,先后发现了彩南、石西、石南、陆南、莫北、陆梁等油气田,以及卡因迪克、拐8井区等多个含油气构造。石油地质综合研究表明,侏罗系、白垩系仍是准噶尔盆地今后油气勘探的重要层系,而制约油气勘探的关键问题之一在于储层主控因素及其分布。

前人曾对侏罗系、白垩系储层的沉积环境、岩石学特征、成岩作用和储集性质等基本特征作过较系统的研究,主要认识包括:(1)有八大物源体系,主要沉积河流—三角洲沉积体系和滨浅湖沉积体系;(2)储层的成分成熟度低,结构成熟度高,岩矿特征对储层性质有明显的控制作用;(3)砂岩经历了诸多成岩作用,每种成岩作用均对储层性质施以影响,其中机械压实作用对储层性质的影响最大;(4)不同层位和不同地区的储层性质变化较大,其控制因素也因地或因层位而异;(5)储层性质与油气成藏关系密切,储层性质的优劣控制着油气藏的规模和油气产能的大小。因此,研究侏罗系、白垩系储层性质的控制机理和孔隙发育—保存规律直接关系到油气勘探部署和勘探效益。

随着准噶尔盆地侏罗系、白垩系油气勘探的深入,对储层评价的要求也越来越高,尤其是对储层评价中存在的/key问题要作进一步研究。主要问题有三方面:(1)准噶尔盆地侏罗系、白垩系储层储集性质的时空变化较大,其控制机理及定量预测有待研究;(2)剩余原生孔隙的保存规律和次生孔隙的规模等问题是该地区储层性质预测和油气勘探部署的现实问题;(3)侏罗系、白垩系相对优质储层的分布以及勘探方向的选择。解决这些问题既可以为油气勘探提供科学依据,也可以在砂岩储层的成因机理研究上取得新的思路 and 认识。

针对白垩系、侏罗系储层岩石组分多样、控制因素复杂的特点,本书分四个层次进行储层地质研究,四个层次为储层基本特征(岩石学特征、成岩变化、孔隙类型、物性特征)描述、储层孔隙成因机理描述(成岩物质与盆地动力学明确储层变化的控制因素)、成因模式和储层评价预测模型。这四个层次可以简单地表述为基础、关键、升华和目的。

准噶尔盆地侏罗—白垩系总体上属于低地温场,但不同地区之间的古地温场有所变化,并对储层的成岩作用带来一定影响;同时,不同地区和不同层位的砂岩物质成分和结构有较大变

化,对储层成岩作用和孔隙演化也产生较大影响。为此,本书采取从砂岩的物质特征(成岩物质)和砂岩所处的地质环境(成岩场)两大方面进行储层成岩作用规律和成因机制研究。由于该盆地侏罗系、白垩系砂岩的成岩胶结作用普遍较弱以及溶蚀的增孔效应普遍偏低,所以,砂岩的成岩压实规律成为关键的研究内容。该区砂岩的结构成熟度普遍较高,传统的砂岩成分成熟度[石英/(长石+岩屑)]的时空变化也很小;研究工区范围内的区域构造变形弱,构造埋藏方式基本相似,侏罗系古剥蚀厚度远小于今埋藏深度,而区域上的古地温场有所变化。因此,本书强调从砂岩热成熟度、砂岩粒径、塑性岩屑含量及煤系发育程度这四个参量研究储层孔隙结构参数之间的定量关系,着重研究砂岩粒径和塑性岩屑含量对成岩—成孔的控制程度和机制;在成岩场参量上侧重研究古地温梯度的区域变化对成岩—成孔的控制程度和机制;最后通过建立白垩系低阻油层评价方法模型、侏罗系低孔低渗储层参数评价模型、有效储层埋藏深度下限预测模型,阐述储层地质学与测井地质学一体化研究的基本思路以及两者之间的关系,进而为盆地区域储层预测打下坚实的基础。

本书第一章由雷德文主笔;第二章由斯春松、雷德文主笔;第三章由徐洋、陈能贵主笔;第四章由斯春松、徐洋主笔;第五章由雷德文、斯春松、毛志强、孙中春主笔。此外,王鑫、沈金龙、韩守华、张润合、宫清顺、邹志文等做了大量的资料收集和部分文字工作。雷德文、斯春松、徐洋对全书进行了统稿和审核,雷德文对全书进行了最终统稿和审定。

本书是集体研究成果的总结。编写过程中参考了大量前人资料,在此特表示感谢。由于准噶尔盆地地质条件复杂以及本次研究工作的局限性,有些观点和认识,难免存在谬误之处,请广大读者批评指正。

CONTENTS 目录

第一章 区域地质背景	(1)
第一节 构造特征	(1)
第二节 地层及沉积演化	(4)
小结	(10)
第二章 储层特征	(11)
第一节 储层岩石学特征	(11)
第二节 物性特征	(25)
第三节 储集空间类型及其组合	(29)
第四节 孔隙结构	(34)
第五节 成岩作用	(37)
小结	(48)
第三章 储层形成控制因素	(49)
第一节 成岩压实减孔作用	(50)
第二节 砂岩内部成分与储层性质	(53)
第三节 低古地温场与储层孔隙保存	(63)
小结	(65)
第四章 储层成因类型	(66)
第一节 非煤系砂岩储层成因类型及孔隙演化模式	(67)
第二节 煤系砂岩储层成因类型	(73)
第三节 高塑性岩屑砂岩储层成因类型	(75)
小结	(76)
第五章 储层评价预测模型	(77)
第一节 白垩系低阻油层评价方法及评价模型	(77)
第二节 侏罗系低孔低渗储层定量评价模型	(92)
第三节 侏罗系有效储层埋藏深度下限预测模型	(111)
小结	(122)
参考文献	(123)

第一章 区域地质背景

准噶尔盆地是我国西部四大含油气沉积盆地之一,它位于准噶尔地块的核心稳定区,处于哈萨克斯坦古板块、西伯利亚板块和塔里木板块的交会部位,是一个三面被古生代造山带包围的由晚石炭世至第四纪发展起来的大陆板内大型含油气盆地(陈哲夫等,1985),面积约 $13 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。盆地中部为前寒武纪结晶基底,周边加积了海西褶皱基底,两者镶嵌,组成统一又不均一的盆地基底。其上发育有中上石炭统一第四系沉积盖层,沉积岩最大厚度 15000m,构成盆地内油气形成的物质基础。

第一节 构造特征

对于准噶尔盆地的大地构造背景,许多学者分别从不同的角度进行过探讨。其中李春昱等(1982)、黄汲清等(1990)、肖序常等(1990)、成守德等(1998)在对现今各板块地质特征与组成单元研究的基础上,比较全面地论述了从太古宙至古生代北疆各板块的拼贴与离散史,探讨了洋—陆的转换与盆—山的形成过程。张恺(1986)、冯益民等(1991)根据蛇绿岩发育特征与贮存环境,阐明了西准噶尔古生代洋壳的形成特点。邓振球等(1992)、胥颐(1996)、马宗晋等(2002)、何登发等(2003)根据不同的地球物理调查与分析结果对北疆的地壳结构进行了研究。李永安等(1999)从古地磁的角度对新疆各主要大地构造单元的古地理位置进行了分析,为恢复古板块运动史提供了很好的证据。

总的来讲,在古生代早期,准噶尔盆地西界山地区为古大洋(扎伊尔裂陷槽或称西准噶尔裂陷槽),将哈萨克斯坦板块一分为二,主体在西部(称为巴尔喀什地块),次体在东部称准噶尔—吐(吐鲁番)哈(哈密)地块。在漫长而复杂的地质演化过程中,准噶尔—吐哈板块与西伯利亚板块、塔里木板块曾发生多次的离散与聚合作用,直到早石炭世末期,准噶尔—吐哈板块与哈萨克斯坦板块重新碰撞闭合,使准噶尔盆地西部进入了一个新的发育阶段。 $C_1—C_2$ 时期,西伯利亚板块与准噶尔板块聚敛碰撞,开始了克拉美丽推覆体和准噶尔东部前陆系统的发育历史; $C_2—P_1$ 时期准噶尔—吐哈板块与塔里木板块碰撞,揭开了北天山推覆构造和南部前陆盆地系统演化的序幕。同时,因板块俯冲、碰撞作用的影响,导致了博格达陆间裂谷的发育和随后的反转关闭,形成博格达构造带,将准噶尔—吐哈地块又分割成准噶尔地块和吐哈地块两部分。自此,准噶尔盆地成为一个独立的地质构造单元(张恺,1986)。

一、构造单元划分

现今的准噶尔盆地是一个外围被古生代褶皱山系环抱的大型山间盆地,除盆地东部及北部有晚古生代基岩出露外,整个盆地均被中新生界所覆盖。准噶尔盆地构造单元划分为 6 个二级构造单元和 44 个三级构造单元(图 1-1),从北向南依次为乌伦古坳陷、陆梁隆起、中央坳陷、西部隆起、东部隆起和北天山山前冲断带。

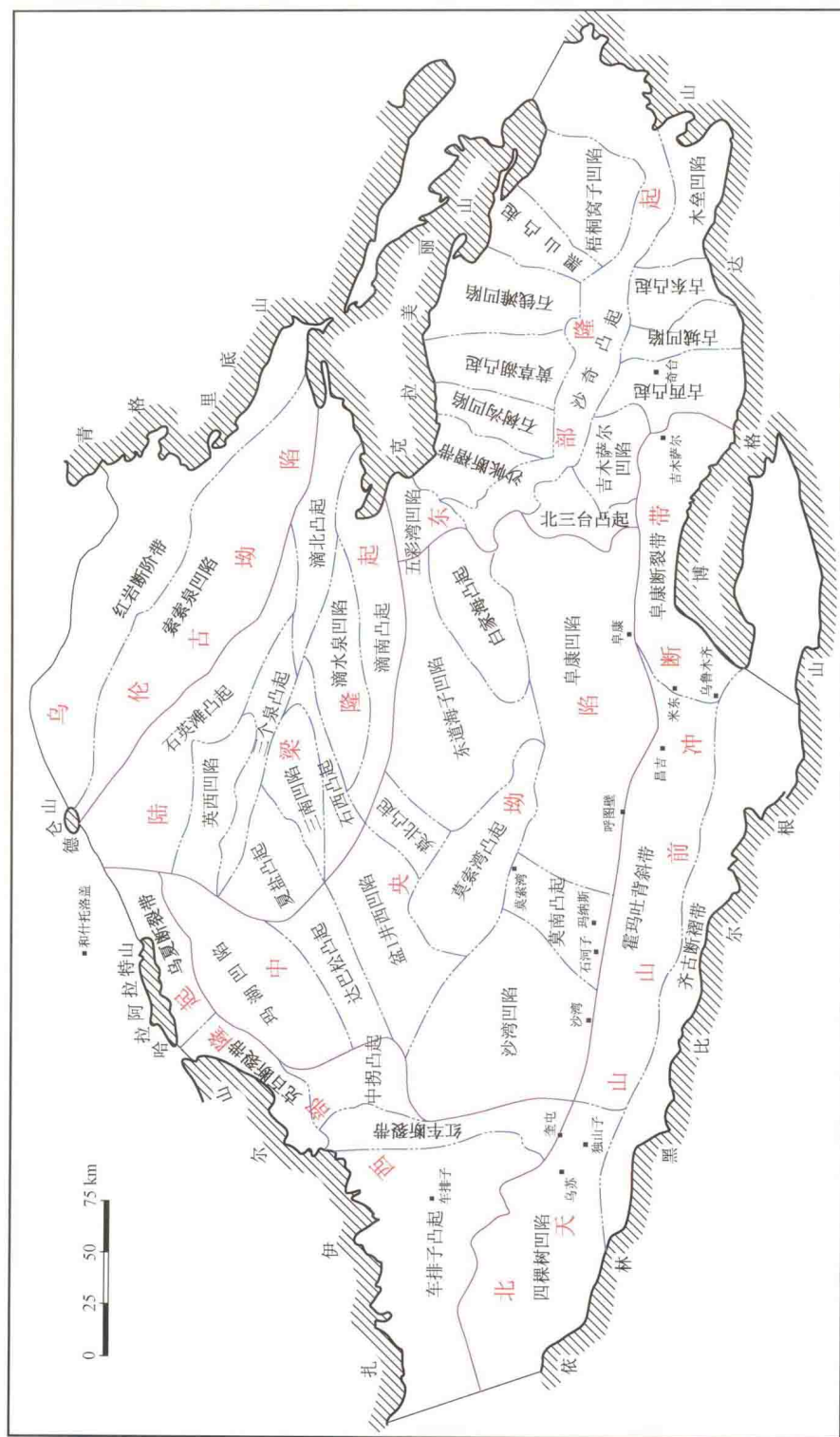


图1-1 准噶尔盆地构造单元划分图（据新疆油田公司勘探开发研究院，2004）

(1) 北天山山前冲断带:包括 4 个三级构造单元,分别为四棵树凹陷、齐古断褶带、霍玛吐背斜带、阜康断裂带。

(2) 陆梁隆起:包括 9 个三级构造单元,分别为陆东地区的滴北凸起、滴水泉凹陷、滴南凸起,陆西地区的三个泉凸起、夏盐凸起、三南凹陷和石西凸起,以及石英滩凸起和英西凹陷。其中,夏盐凸起可进一步细分为基东鼻凸、基南凹陷和夏盐鼻凸。

(3) 东部隆起:包括 14 个三级构造单元,分别为五彩湾凹陷、沙帐断褶带、石树沟凹陷、黄草湖凸起、石钱滩凹陷、黑山凸起、梧桐窝子凹陷、木垒凹陷、古东凸起、古城凹陷、古西凸起、吉木萨尔凹陷、北三台凸起和沙奇凸起。

(4) 中央拗陷:包括 10 个三级构造单元,分别为玛湖凹陷、达巴松凸起、盆 1 井西凹陷、莫北凸起、东道海子凹陷、白家海凸起、阜康凹陷、莫南凸起、沙湾凹陷和莫索湾凸起。

(5) 西部隆起:包括 5 个三级构造单元,分别为车排子凸起、红车断裂带、中拐凸起、克百断裂带和乌夏断裂带。

(6) 乌伦古拗陷:包括索索泉凹陷和红岩断阶带两个三级构造单元。

二、盆地构造演化特征

准噶尔盆地具有双重结构基底,即前寒武系结晶基底和古生界浅变质基底。准噶尔盆地自晚古生代以来,先后经历了海西、印支、燕山及喜马拉雅等多次构造运动,各次构造运动对沉积和油气的生成、运聚都起到至关重要的作用,正是由于不同时期的构造运动造就了现今盆地的构造格局和沉积特征。总的来说,准噶尔盆地属于晚古生代—新生代由三个阶段所形成的性质各异的盆地叠合在一起的大型复合叠加盆地。

1. 裂陷阶段(石炭纪—早二叠世)

从泥盆纪末至二叠纪,海西构造运动使得准噶尔地块周边海槽,依次按阿尔泰海槽、西准噶尔界山海槽、天山海槽、博格达海槽的顺序逆时针方向关闭,褶皱隆起形成盆、山格局。这一时期在区域性南北向的碰撞挤压下,形成了北西和北北西向为主的大型隆起和拗陷,也形成了盆地早期特有的隆拗相间的构造格局,早期沉积产生明显的分割性。在盆地边缘的造山带前缘地区形成多个沉积中心,最大沉积厚度 3000 ~ 5000m,在盆地中央形成裂谷、断陷。至二叠纪末海水从博格达向东退出,开始了陆相统一盆地发展阶段。

这一阶段,准噶尔盆地的特点是:(1)裂谷型盆地性质;(2)分割性较强的隆拗相间构造格局;(3)盆地发育多个沉积中心;(4)以海相沉积为主。对于准噶尔盆地而言,海西构造运动的主要作用表现在:(1)在腹部地区形成北西向及北东向两组断裂带,表现为逆断层,这些断层走向明显受控于成盆期的最大主压应力状态和盆地基底的边界特征。(2)奠定了盆地二级构造单元及部分三级构造单元的雏形。具体而言,西伯利亚板块和准噶尔—吐哈微板块的汇聚使得北西西向阿尔泰地槽回返闭合,盆地腹部受到近南北向挤压应力作用,形成了一组北西西—近东西向的断裂构造带,构成了陆梁隆起、中央拗陷、乌伦古拗陷等二级构造单元的基本格架。而哈萨克斯坦板块和准噶尔—吐哈微板块的汇聚使得北东向的西准噶尔地槽回返,又在腹部形成了以北东向为主的断裂构造带,从而奠定了莫北凸起、玛湖凹陷、达巴松凸起、盆 1 井西凹陷、夏盐凸起、三南凹陷、石西凸起的构造雏形。

2. 拗陷阶段(晚二叠世—古近纪)

晚海西构造运动使本区发生不均衡抬升,形成早、晚二叠世之间的不整合,盆地由早二叠世隆坳分割相间的构造格局转化为统一的大型内陆湖盆,整个盆地全部转入陆相沉积。印支—燕山期,哈萨克斯坦板块、西伯利亚板块和塔里木板块继续移动,在盆地边缘形成冲断褶皱带。三叠纪初,盆地整体抬升遭受剥蚀,随后进入了整体沉积—抬升的振荡发展阶段。此时期准噶尔盆地已成为统一的浅水湖盆,且由于周缘山系的夷平处于泛盆地沉积阶段。三叠纪末的印支构造运动和侏罗纪晚期的燕山 I、II 幕运动及白垩纪末的燕山 III 幕准噶尔运动使盆地频繁地抬升,振荡运动极为显著。沉积中心从晚二叠世到古近纪均在南缘,但从三叠纪到古近纪,沉积中心逐步由东向西迁移。印支运动总体表现为东强西弱、北强南弱的特点,盆地周边主控断裂发生扭动,盆地北缘一些主控断裂还表现出强烈的推覆活动,在安集海一带和博格达山也叠加了一定程度的逆冲推覆,并对东部地区产生明显影响。燕山运动在盆地内表现为西强东弱,盆地腹部从盆 I 井西凹陷到三个泉凸起一带整体上隆,上侏罗统基本缺失;与此同时一些基底断裂的活动使盆地内部各地的剥蚀程度有所差异。燕山晚期,盆地内部表现为以腹部为中心的整体下沉,白垩系沉积厚度大且分布稳定。

这一阶段,准噶尔盆地的特点是:(1)拗陷型盆地为主;(2)盆内构造格局由隆、坳分割相间转为统一的大型内陆湖盆;(3)湖盆发育的全盛时期;(4)陆相沉积。

侏罗—白垩系主要受到燕山运动的影响。燕山运动在准噶尔盆地中涉及到侏罗—白垩纪目的层的区域性构造运动有两次(相当于燕山运动 I 幕—燕山运动 II 幕):燕山运动 I 幕,大致在中侏罗世西山窑末期—头屯河期,以盆地整体上隆为特点,在盆地边缘形成了西山窑组与头屯河组之间的不整合,而在腹部地区以平行不整合为主;燕山运动 II 幕,大致在侏罗纪末期,以整体上隆伴随基底断裂的翘倾活动为特点,形成了白垩系底界与侏罗系之间的区域性不整合,盆地各区块剥蚀程度有所差异;在腹部大部分地区表现为头屯河组与清水河组之间的不整合,以角度不整合为主,上侏罗统基本缺失。

3. 类前陆盆地阶段(新近纪—现今)

受新近纪—第四纪喜马拉雅运动的影响,天山产生强烈逆冲使得古老的准平原抬升为山,盆地以整体抬升为主,呈北升南降的态势,再次形成南厚北薄的箕状拗陷形态。更新世末,南缘西部发生强烈褶皱变形,形成了成排的正、负向构造,奠定了现今的盆地形态。

这一阶段,准噶尔盆地的特点是:(1)类前陆盆地性质,山前磨拉石建造发育;(2)箕状形态,南厚北薄;(3)陆相沉积。

第二节 地层及沉积演化

一、地层

准噶尔盆地侏罗系分布非常广泛,按传统的地层方案,自下而上划分为八道湾组、三工河组、西山窑组、头屯河组、齐古组和喀拉扎组,上侏罗统齐古组和喀拉扎组遭受严重剥蚀。

准噶尔盆地白垩系研究始于 20 世纪初(奥布鲁切夫,1905—1907),随后由萨依道夫

(1935)在准噶尔盆地南缘露头创建了白垩系吐谷鲁岩系。西北地层会议(1976)和地层表编表小组(1981)在系统总结前人成果的基础上,按照新的地层命名规范正式使用“吐谷鲁群”一名,2000年11月,张从侦、曹耀华通过地震、钻井、古生物等资料的综合研究对比,根据盆地南缘的地表剖面下白垩统吐谷鲁群岩性特征和层组划分,自下而上进一步划分为清水河组、呼图壁河组、胜金口组和连木沁组。准噶尔盆地南部上白垩统被称为东沟组,准噶尔盆地北部上白垩统被称为艾里克湖组,本书统称为东沟组。

受燕山构造运动的影响,准噶尔盆地白垩系与侏罗系之间形成了区域性不整合面,在很多地区的不整合面之上沉积了巨厚的底砾岩。

侏罗系、白垩系各组基本特征见表1-1。

表1-1 准噶尔盆地侏罗系、白垩系地层特征及主要岩性特征

界	系	统	组	代号	地层特征简述	井下厚度(m)	构造运动
中生界	白垩系	上统	东沟组	K ₂ d	褐色、棕红色砂砾岩、砂岩夹不等粒砂岩	46~813	燕山运动 II 幕
		下统	连木沁组	K ₁ l	棕、紫、灰绿色泥岩、砂质泥岩与灰绿色细、粉砂岩互层	22~509	
			胜金口组	K ₁ s	灰绿色泥岩、砂质泥岩、页岩夹砂岩、粉砂岩	22~139	
			呼图壁河组	K ₁ h	褐、紫色泥岩夹灰绿色泥岩、砂岩,构成杂色条带	20~136	
			清水河组	K ₁ q	灰绿色泥岩、砂质泥岩与砂岩间互层,底为灰色砂砾岩	300~515	
	侏罗系	上统	喀拉扎组	J ₃ k	灰褐色砾岩夹褐色泥岩、砾状砂岩及中粗粒长石砂岩	0~400	燕山运动 I 幕
			齐古组	J ₃ q	棕色、浅棕色、灰褐色、绿灰色泥岩、砂质泥岩、砂岩和砾状砂岩	0~700	
		中统	头屯河组	J ₂ t	黄绿、灰绿色砂砾岩与杂色泥岩、灰色及灰绿色细、粉砂岩不等厚互层	200~645	晚印支运动
			西山窑组	J ₂ x	灰色、灰绿色、灰褐色泥岩、砂岩夹煤层,上部以泥岩为主,下部砂岩较发育	137~980	
			下统	三工河组	J ₁ s	顶部为厚层的灰色泥岩,中上部为大套块状灰色砂岩、泥岩,下部为砂岩、砾状砂岩、砂砾岩和泥岩	
八道湾组	J ₁ b	上部为厚层状砂岩夹泥岩和煤层,中部为一套深灰色泥岩,下部为厚层砂岩、砾状砂岩、砂砾岩夹煤层和泥岩		100~625			

1. 白垩系

1) 下白垩统

(1) 清水河组(K_1q): 该组表现为巨厚层灰色砂岩夹薄层灰色、灰褐色泥岩。底部岩性为土黄色砂砾岩, 其余主要为浅灰色及灰绿色砂岩、含砾砂岩、细砂岩和褐色粉砂岩间互, 上部夹薄层暗褐色、灰色粉砂质泥岩或泥岩。其底界划定在电性特征突出的高伽马、低电阻泥岩层之上。

(2) 呼图壁河组(K_1h): 下部岩性为浅灰色砂岩夹褐灰色泥岩, 上部为互层的浅灰色砂岩与褐灰色泥岩, 夹灰绿色粉砂岩组成的条带层, 含双壳类、鱼、介形类、轮藻等化石。本组岩性由东向西略有变粗的趋势, 昌吉河—吐谷鲁河一带为泥岩、砂质泥岩、粉砂岩互层, 玛纳斯则出现厚砂岩及砾岩薄层, 紫泥泉子又变细, 厚度自东向西变薄。

(3) 胜金口组(K_1s): 为一套灰色泥岩, 局部夹粉砂岩或砂岩, 电性特征明显, 本组岩性稳定, 分布广泛, 可作为大范围地层对比的标志层。胜金口组不仅地层厚度薄, 而且砂岩也不太发育, 砂地比值低。

(4) 连木沁组(K_1l): 岩性为大套褐色、红色泥岩夹中、薄层粉细砂岩, 部分地区上部发育厚层块状灰色砾岩, 砂岩多为薄层状。含双壳类、介形类、轮藻、孢粉等化石。本组岩相岩性变化稳定, 呼图壁河剖面岩性较细, 厚度最大, 自此向东、西岩性略变粗, 厚度由东向西显著减薄。

2) 上白垩统

东沟组(K_2d): 与下伏地层区别较大, 分布范围较小。粒度较粗, 岩性为灰棕色、褐灰色、灰红色砾岩、含砾粗砂岩夹红褐色砂质泥岩、泥质粉—细砂岩, 富含钙质结核。含脊椎动物、恐龙蛋壳、介形类等化石。自北向南厚度逐渐增大, 最厚达 700m。与上覆古近系各组一般为局部地区有侵蚀面, 大部分为整合或假整合接触; 与下伏下白垩统为整合或假整合接触, 局部为不整合接触关系。

2. 侏罗系

1) 下侏罗统

(1) 八道湾组(J_1b): 八道湾组与下伏三叠系为区域性不整合接触, 总体上是由砾岩、砂岩、泥岩和煤层组成的具有明显旋回性的沉积, 自下而上由粗到细再到粗, 依其旋回特征分为三段。中上部为灰色、灰绿色砂质泥岩、细砂岩和泥质砂岩; 底部为杂色砂质不等粒砾岩及煤层, 具有南厚北薄的沉积特征。八道湾组以其煤系地层发育及其底部普遍发育的大套砂砾岩为标志层。电阻率曲线整体呈块状, 阻值一般 $20\Omega \cdot m$, 上部有一层高电阻率—低密度—低自然伽马煤层, 一般厚 4m, 最厚 16m。

(2) 三工河组(J_1s): 划分为三个砂层组, 上部砂层组分布非常稳定, 主要为一套可作为区域性盖层的湖相深灰色泥岩沉积, 另外夹少量砂岩和粉砂岩, 测井曲线特征明显。中部砂层组以浅灰色砂岩为主, 夹少量砂质砾岩和泥岩、砂质泥岩, 在垂向上构成多个间断正韵律, 砂岩沉积厚度大, 为主力储层。下部砂层组以灰色、深灰色泥岩为主, 夹砂岩和砂质泥岩, 电阻率曲线整体呈块状, 阻值一般 $10\Omega \cdot m$, 含有突出的尖峰, 阻值 $20 \sim 60\Omega \cdot m$ 。

2) 中侏罗统

(1) 西山窑组(J_2x):根据沉积旋回和煤层的发育情况,西山窑组可划分为四个砂层组。西山窑组各段岩性为互层的泥岩与灰白、灰绿色砂岩夹煤及碳质页岩。在地震剖面上,西山窑组反射连续性较强,号称“铁轨”式的反射波组,形成了盆地第二套主要的煤成烃层系与储层。厚煤层是良好的区域性地层对比标志,该组岩相、岩性比较稳定,富含植物、孢粉以及双壳类、大孢子化石。

(2) 头屯河组(J_2t):侏罗系头屯河组在局部地区遭受剥蚀,根据沉积特征和测井响应特征,头屯河组自上而下划分为三个砂层组。主要为黄绿、灰绿色砂砾岩与杂色泥岩、灰色及灰绿色细、粉砂岩不等厚互层,局部出现棕褐色泥岩或夹紫红、褐红色泥岩、粉砂岩条带,化石稀少。

3) 上侏罗统

该时期准噶尔盆地中、西部继续抬升,上侏罗统沉积范围在头屯河组基础上进一步缩小。属于干旱气候背景下的山前磨拉石堆积,分布局限,主要沿北天山山前和青格里底山山前的凹陷区分布,西北缘局部地区有分布,但厚度较小。

(1) 齐古组(J_3q):是与上、下地层大多为整合接触的一套河湖相杂色碎屑岩沉积,岩性多为紫红色、褐红色砂质泥岩夹紫色、灰绿色砂质泥岩、砂岩。

(2) 喀拉扎组(J_3k):是一套冲积扇和辫状河相碎屑岩沉积,岩性为灰褐色砾岩夹褐色泥岩、砾状砂岩及中粗粒长石砂岩,在准噶尔盆地大部分地区缺失本组沉积,主要分布在准噶尔盆地南缘中段清水河、玛纳斯和阜康以南,岩性很不稳定,但基本上是以块状砾岩和厚层状砂岩为主。

二、沉积演化

1. 沉积体系特征

1) 侏罗—白垩系沉积演化具有旋回性、阶段性和继承性等特征

侏罗—白垩系沉积的垂向演化具有明显的旋回性和阶段性,主要表现为进积湖退—退积湖进的多个沉积旋回和演化阶段。侏罗系沉积经历了三次大的湖侵事件,即八道湾组二段、三工河组三段中下部和三工河组一段,从而表现为沉积的阶段性,构成岩性粗—细—粗的旋回性;白垩系沉积经历了两次大的湖侵作用:即呼图壁河组沉积中期和胜金口组沉积时期。

侏罗纪时期有三个主要的沉积沉降中心,即阜康凹陷、盆1井西凹陷和乌伦古坳陷,都保持了相对稳定的滨浅湖至半深湖环境,沉积作用的继承性表现较为明显。白垩纪沉积格局相对侏罗纪有较大改变,但各期沉积格局继承性仍很明显。表现为沉积中心的一致性和三角洲朵体展布方向的相似性。有两大主要沉积沉降中心:沙湾凹陷—阜康凹陷和乌伦古坳陷,都保持了相对稳定的滨浅湖至半深湖环境。在车排子凸起和扎伊尔山、哈拉阿拉特山、奇台凸起和克拉美丽山前发育大型三角洲沉积,向盆腹延伸很远,尤其哈拉阿拉特山方向的三角洲最远可影响到腹部的莫索湾凸起北部,可见当时这一方向的物源供应十分充足,各期沉积继承性明显。

2) 发育缓坡浅水背景下的河流、三角洲、湖泊沉积体系

坡缓表现在湖盆缺少重力流沉积,扇三角洲的沉积也不多见,大型河流—三角洲广泛分布,最远延伸可达数十千米(陆梁—莫索湾三角洲),沉积粒径总体偏细,表现出“缓坡”的沉积背景。冲积扇局限于盆地边缘,相带范围狭窄,向盆地方向很快被河流相取代,反映了沉积基底平缓的特征。扇三角洲并不发育,其分布层系和分布地区均有限,主要分布于乌伦古坳陷的边缘地区,分布面积小。同时从目前已钻井的剖面相分析,深湖、半深湖相层段少,且厚度小。

3) 古隆起控制水系流向和沉积格局

盆地侏罗系“两隆两坳”的古构造特征,控制了准噶尔盆地侏罗纪的沉积格局,特别是对湖盆的分布有决定性的控制作用。北部的乌伦古坳陷表现为以红岩断阶控制的箕状湖盆;南部表现为以昌吉凹陷、东道海子北—盆1井西凹陷和陆梁隆起向北依次抬高的、呈三级台阶式的坳陷型湖盆。

侏罗纪陆梁隆起是一继承性的活动隆起,对同期沉积作用有重要影响,对油气成藏具积极作用。陆梁隆起分割了北部的乌伦古坳陷湖盆和南部的玛昌坳陷湖盆,使乌伦古坳陷和玛昌坳陷的水体相对独立,具有各自不同的物源和水系。乌伦古坳陷的古水系一般不会影响到陆梁及其以南地区。

侏罗纪湖泛时,玛昌地区为统一的湖盆,湖退或湖平面较低时,由于车拐—莫索湾—莫北低凸起的分割作用,使玛昌湖盆分割为盆1井西湖盆和昌吉凹陷(包括东道海子北凹陷)两个湖盆。

4) 八大物源中以西部—西北部物源体系和东部物源体系影响最大

主要发育八大沉积物源体系:克拉美丽山东部物源体系、乌伦古北部物源体系、德仑山北部物源体系、哈拉阿拉特山西北物源体系、扎伊尔山西部物源体系、四棵樹西南物源体系、依林黑比尔根山南部物源体系、博格达山东南物源体系。

各个时期物源区的发育状况有所差异,这与构造活动、湖水进退及湖盆演化阶段有着密切关系:哈拉阿拉特山—德仑山及扎伊尔山所组成的西北部—西部物源体系始终是主要的物质供给区,其沉积影响范围大,覆盖整个西北缘地区、莫索湾—莫北、石西等;其次为克拉美丽山所组成的东部物源体系,所提供的沉积物覆盖整个东部隆起区以及盆地腹部;青格里底山组成的乌伦古北部和东北部物源体系影响范围较小,仅局限在乌伦古凹陷以北地区;南缘的依林黑比尔根山物源体系,在三工河组沉积期影响范围较大。

八大物源对应着发育八大沉积体系,但在不同时期各体系的发育有所差异。

2. 沉积体系演化规律

1) 侏罗系演化规律

侏罗系经历了三次较大的湖侵事件,即八道湾组二段、三工河组三段中下部、三工河组一段,从而表现为沉积的阶段性和旋回性,构成岩性粗—细—粗的旋回性,各组沉积旋回性具体为:

八道湾组(J_1b):自下而上总体为退积—进积的沉积旋回,下段(J_1b_1)沉积相类型较多,沉积物较粗,包括冲积扇、辫状河、曲流河、三角洲和滨浅湖亚相沉积,局部地区发育煤层;中段(J_1b_2)盆地主体为滨浅湖—半深湖亚相沉积,水体明显加深,为一次大的湖侵期;上段(J_1b_3)发生湖退,滨浅湖亚相沉积面积变小,广泛发育三角洲沉积,边缘区为辫状河沉积(图1-2)。