

库车前陆盆地 油气勘探

王招明 谢会文 李勇 雷刚林 著



Oil and Gas Exploration in
Foreland Basin of Kuqa

石油工业出版社

库车前陆盆地油气勘探

王招明 谢会文 李 勇 雷刚林 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书详述了库车前陆盆地油气勘探的历程、现状、成果与关键技术,由前缘隆起带一系列油气田发现带来的启示,将勘探目标转移到库车前陆冲断带,先后发现了克拉2、迪那2、克深等大气田,在此基础上论述了库车前陆盆地的石油地质条件、油气成藏及富集规律,以及库车前陆盆地冲断带最具特色的复杂构造圈闭落实方法。本书包涵了库车前陆盆地实践—认识—再实践—再认识的勘探历程、对库车前陆盆地石油地质条件的认识和前陆盆地油气勘探特色技术,对于国内外从事前陆盆地油气勘探人员、高等院校石油勘探专业教学以及地质爱好者具有很高的参考和学习价值。

图书在版编目(CIP)数据

库车前陆盆地油气勘探/王招明等著.

北京:石油工业出版社,2013.12

ISBN 978-7-5021-9855-8

I. 库…

II. 王…

III. 塔里木盆地-油气勘探

IV. P618.130.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第269831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.cn

发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:保定彩虹印刷有限公司

2013年12月第1版 2013年12月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:14.25

字数:362千字

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

前 言

勘探一甲子，弹指一挥间。时间跨入 2012 年，库车前陆盆地的油气勘探整整走过了 60 年。巍巍天山见证了 60 年来南天山脚下翻天覆地的巨大变化。早年在依奇克里克工作的地质队前辈们“榔头一举划破晴空万里，铅笔一挥画出油田蓝图”的豪情壮语仿佛仍在耳边，库车前陆盆地迎来了从 1958 年发现依奇克里克油田、1998 年发现克拉 2 大气田之后的第 3 次勘探高潮，克拉苏构造带盐下深层白垩系万亿立方米天然气的勘探战役已经拉开序幕。

在这 60 年间，库车的勘探工作者面对十分恶劣的自然环境和地质条件，经历了诸多艰难困苦、迂回曲折，无私奉献出自己的青春年华，面对一系列地质和勘探技术的世界级难题，锲而不舍，刻苦攻关，锻炼出一支特别能战斗的勘探队伍，造就了一批又一批勘探界的精英和高水平人才，创造出具有塔里木特色、国内领先的前陆盆地勘探配套技术，发现了克拉 2、迪那、大北、克深等一批大气田，成就了西气东输的宏图伟业，铸就了库车前陆盆地油气勘探的辉煌！

今天的壮阔场面是石油战线几代人艰苦奋斗的结果。库车前陆盆地的油气勘探史充分体现了石油职工不畏艰险、顽强拼搏、勇于探索、无私奉献的精神。有多少人踏遍荒山留下青春，多少人艰苦创业奋斗终生，还有戴健、李越人、李乃君、陈介平等为库车油气勘探事业献出了宝贵的生命。这种精神已成为塔里木石油职工的优良传统，在今后的战斗历程中将不断发扬光大，成为战胜困难夺取胜利的强大精神力量。

这就是历史，这就是库车前陆盆地 60 年的勘探史。

历史是不应当被忘记的。抚今追昔，库车前陆盆地 60 年的勘探史发人深省，催人奋进。为此，作为库车前陆盆地新一代的勘探者，我们编写出这本《库车前陆盆地油气勘探》的目的：一是真实记录库车前陆盆地 60 年的勘探史，并以史为鉴，启发将来；二是充分反映 60 年勘探实践中形成的地质理论、认识和成果；三是认真总结经验，发扬成绩，更上一层楼。

本书的内容共分为五部分：第一部分简单探讨笔者对前陆盆地的粗浅认识，

概括介绍库车前陆盆地油气勘探的主要成就；第二部分用发现的一个个重大战例，把近 20 年来的勘探史贯穿起来，再现库车前陆盆地实践—认识—再实践—再认识的勘探历程；第三部分用较大篇幅详细介绍库车前陆盆地地质特征；第四部分，全面介绍了对库车前陆盆地油气成藏的认识；第五部分重点介绍库车前陆盆地冲断带中最具特色的复杂构造圈闭落实方法；第六部分从 60 年的勘探指导方针与勘探思路入手，总结勘探经验和勘探启示，展望库车前陆盆地勘探前景。

参加本书编写工作的有：马玉杰、吴超、杨宪彰、黄少英、赵孟军、方世虎、能源、徐振平、李青、唐雁刚、叶茂林、张敬洲、王媛、玛丽克、吴庆宽、陈元勇、李伟、周露、许安明、何巧林、邸宏利、谢彬等。田军、江同文、杨海军、肖又军等勘探界专家又对本书提出了宝贵建议，感谢他们对本书做出的无私奉献。感谢长期关心、支持库车油气勘探的老领导、老专家以及长期奋战在库车前陆盆地的默默无闻的所有勘探工作者！

谨以此书奉献给所有参加过库车前陆盆地油气勘探的工作者，奉献给长期以来关心、支持、热情鼓励库车油气勘探的人们！

目 录

第一章 库车前陆盆地勘探概况	(1)
第一节 前陆盆地概念及特征	(1)
第二节 前陆盆地分类	(2)
第三节 不同前陆盆地类型勘探思路	(4)
第四节 区域地质概况	(5)
第五节 油气勘探现状	(8)
第六节 库车前陆盆地勘探简史	(9)
第二章 库车前陆盆地重要油气勘探成果	(10)
第一节 前缘隆起古近系—白垩系陆相凝析油气富集带的发现	(10)
第二节 克拉2大气田的发现促进了“西气东输”工程的启动	(21)
第三节 迪那2千亿立方米级凝析气田的发现与滚动扩大	(26)
第四节 克深区带持续突破万亿立方米大气田基本明朗	(28)
第三章 库车前陆盆地油气地质条件	(40)
第一节 三叠系—侏罗系陆相烃源岩	(40)
第二节 主要储盖组合	(55)
第三节 白垩系砂岩沉积储层特征	(62)
第四节 库车前陆盆地构造特征与变形机理	(107)
第四章 油气成藏机理与分布规律	(125)
第一节 油气藏类型与分布	(125)
第二节 油气源对比	(126)
第三节 油气成藏期分析	(132)
第四节 天然气运聚机制——以克拉苏构造带为例	(138)
第五节 断盖组合控藏模式与油气富集规律	(141)
第五章 山前复杂构造圈闭落实方法	(156)
第一节 勘探初期圈闭研究方法及其局限性	(156)
第二节 影响山前复杂圈闭落实关键因素	(163)
第三节 山前圈闭落实的关键技术	(168)
第四节 圈闭研究方法的系统化及应用效果	(179)
第六章 勘探启示与勘探前景	(186)
第一节 库车前陆盆地60年的勘探指导方针与勘探思路	(186)
第二节 库车前陆盆地勘探启示	(208)
第三节 库车前陆盆地油气勘探前景展望	(211)
参考文献	(217)

第一章 库车前陆盆地勘探概况

前陆盆地是世界上油气最丰富、大油气田最多的一种盆地类型。随着我国在塔里木盆地库车、准噶尔盆地南缘和酒泉盆地等前陆盆地相继勘探获得突破，前陆盆地研究逐渐受到关注，成为构造地质研究和石油地质研究的热点。我国西部地区前陆盆地发育，但由于地质结构、发育历史和变形特征方面与传统前陆盆地存在一定差异性，在前陆盆地类型归属、构造单元划分等方面也存在一定的争议。因此，回顾前陆盆地的相关概念，对正确认识和分析我国相关前陆盆地很有必要。此外，结合笔者在库车前陆盆地的勘探经验，对前陆盆地的勘探思路进行相关探讨，这对进一步指导油气勘探能有所帮助。

第一节 前陆盆地概念及特征

在构造地质学中，“前陆”一词最早由 Suess 于 1909 年提出，是指与造山带毗邻的稳定地区，造山带向前陆逆冲或推覆。前陆是地壳的大陆部分，也是克拉通或地台区的边缘。Hills (1940) 将前陆定义为“地槽沉积物变形时，向着它运动的稳定地块”。Horberg (1949) 认为，前陆是“在一系列逆冲带前面的地区”。Eardley (1951) 指出，前陆是“地壳的大陆部分，并且是克拉通或地台的边缘”。综合以上不同的定义，前陆应是指与造山带或活动带毗邻的、稳定的大陆部分，造山带的岩石向着前陆逆冲或推覆。

据 Allen 等 1986 年《前陆盆地》专著，Aubouin 于 1965 年首次提出前陆盆地的概念，认为“前陆盆地是山脉前缘与克拉通之间的沉积盆地”。Price (1974) 正式将前陆盆地用于描述弧后和周缘盆地。依据前陆的定义，前陆盆地应是指位于造山带前缘和相邻克拉通之间的、平行于造山带展布的盆地。当毗邻地槽区发生褶皱造山运动时，克拉通台地边缘发生沉降或因与造山推覆体发生均衡调整而下降，从而在台地边缘发育条带状沉积盆地，即前陆盆地。

前陆盆地具有以下特点：①形态不对称，即在前陆盆地横剖面上盆地两侧不对称，沉降中心偏向造山带，沉积向造山带加厚，随着造山作用的持续进行，沉降中心不断向盆地迁移；②沉积分层性，在前陆盆地剖面上可以划分出 3 个沉积组合。下部组合为前前陆盆地沉积组合，一般为克拉通边缘拗陷沉积或伸展条件下的拗陷沉积组合；中部组合为挤压拗陷阶段沉积组合；上部组合为前陆盆地沉积组合，主要是快速堆积的磨拉石建造，物源来自造山带；③冲断变形明显，在前陆盆地靠近造山带一侧遭受强烈挤压作用，发生强烈冲断变形，构造变形多由造山带逐渐向盆地推移。

Decdles 等 (1996) 提出前陆盆地系统概念，认为前陆盆地系统是形成于大陆壳之上且夹持在造山带和相邻克拉通之间的长条形沉积空间。前陆盆地系统由 4 个相互分离的沉积带组成，即楔顶带、前缘、前缘隆起和隆后带。目前前陆盆地的构造单元主要是按照这 4 个部分来进行划分。

第二节 前陆盆地分类

对于前陆盆地的分类, 不同学者提出了不同的盆地类型划分方案。国外学者中, Ricci-Lucchi (1986) 划分了 5 种类型前陆盆地, 即简单型、复杂型 I、复杂型 II、背驮盆地相关型和后沉积变形型。Shannon 等 (1989) 提出了大前陆盆地和小前陆盆地划分方法。其中最具代表性的是 Dickson (1976) 从板块构造理论出发, 根据盆地所处大地构造背景和盆地演化, 将前陆盆地分为周缘前陆盆地、弧后前陆盆地和破裂前陆盆地 3 种类型。国内学者中, 甘克文等 (1992) 将前陆盆地划分为边缘弯曲盆地、边缘断块盆地、碰撞前缘盆地和弧后前陆盆地 4 种类型。刘和甫 (1995) 在 Dickinson 周缘前陆盆地和弧后前陆盆地分类基础之上, 进一步划分出两类前陆盆地, 即再生前陆盆地和分割前陆盆地。

目前普遍的划分方案是将前陆盆地划分为周缘前陆盆地、弧后前陆盆地和再生前陆盆地 3 种类型 (图 1-1)。周缘前陆盆地是指形成于大陆壳表面向下拖曳与碰撞造山缝合线带相接之处的前陆盆地, 相邻造山带倒向该盆地, 蛇绿岩缝合线带比岛弧岩浆带更靠近盆地。弧后前陆盆地为形成于大陆壳表面向岛弧造山带的后侧方向向下拖曳, 相邻造山带是遥远地倒向这类前陆盆地, 蛇绿岩消减杂岩体比岛弧岩浆带更远离这类盆地。再生前陆盆地主要是指中国中西部与陆内造山作用相关的盆地, 即陆内造山带相邻的盆地, 其形成与古特提斯构造阶段发育的造山带在新特提斯构造阶段的重新活动有关。因此, 一些学者称之为再生前陆盆地, 或陆内前陆盆地, 或中国型盆地。

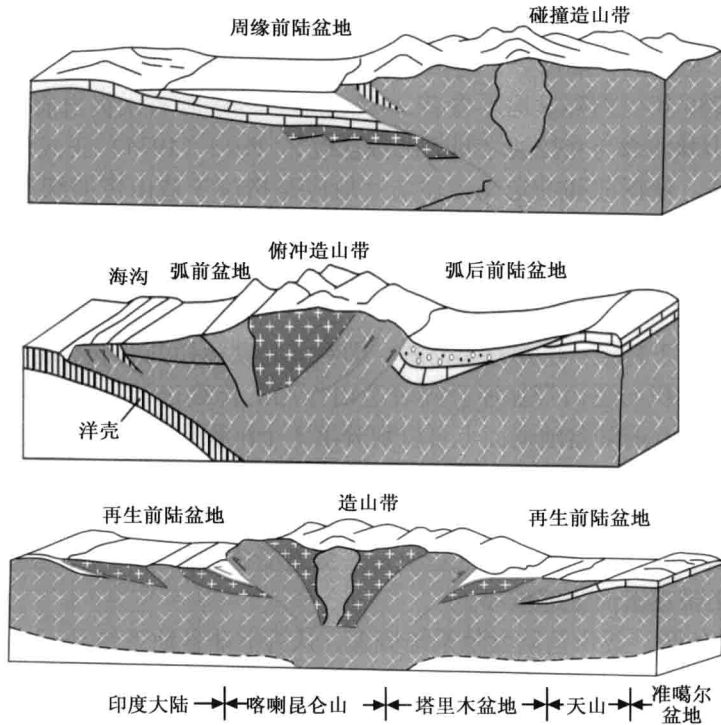


图 1-1 3 种主要前陆盆地类型 (引自陈汉林, 2003)

地层，以张性环境为主的河流—湖泊相、沼泽相沉积，以砂泥岩和含煤地层为主。中部沉积组合包括侏罗纪晚期—古近纪沉积地层，为该时期弱伸展环境下的坳陷沉积，以滨浅湖相砂泥岩沉积和潟湖相沉积为主。上部沉积组合是古近纪—新近纪中晚期至今的沉积地层组合，发育于前陆盆地环境，主要接受来自盆地北部的碎屑沉积。

(3) “比利牛斯型”前陆盆地(图1-4)。该类型前陆盆地以西班牙比利牛斯山前为代表，从盆地沉积情况看，只发育以古近系及以上地层为主的上部沉积组合。下部组合沉积主要发育在盆地北翼，受造山作用影响直接逆冲推覆到上部沉积组合之上。

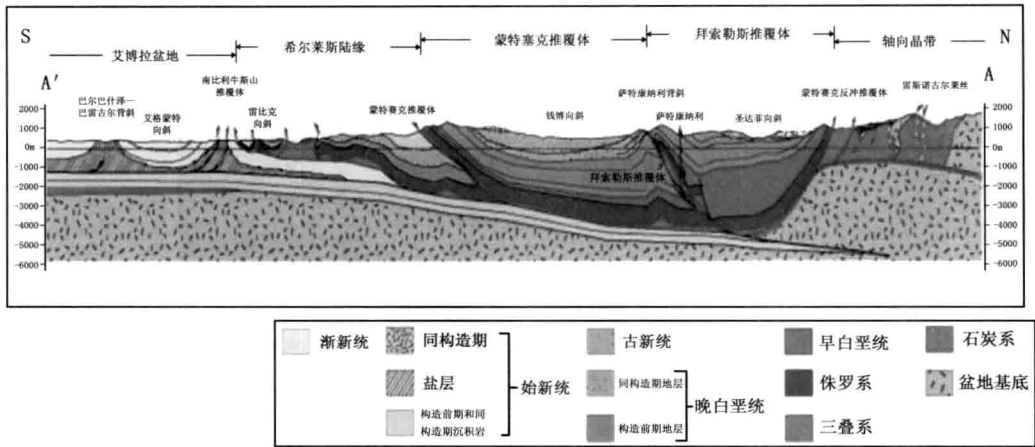


图1-4 “比利牛斯型”前陆盆地沉积结构剖面图(根据 Verges, 1993)

第三节 不同前陆盆地类型勘探思路

前陆盆地油气非常富集，油气藏类型多。按照 Decdles 的前陆盆地系统划分方法，在冲断褶皱带、前缘、前陆斜坡和前缘隆起等部分都是油气富集的地方，不同部分油气藏类型不一致。冲断褶皱带一般发育与冲断变形相关的背斜油气藏、断块油气藏，前缘及其斜坡区主要发育地层岩性油气藏，前缘隆起则主要发育与披覆背斜相关的油藏。

针对不同类型前陆盆地，要采取不一样的勘探思路。“阿尔伯达型”前陆盆地具有典型的周缘前陆盆地特征，下部海相沉积组合发育，具有很好的烃源岩，盆地前缘部位形成的油气沿着断裂面和不整合面向前陆斜坡和前缘隆起运移。因此，前缘隆起和斜坡区都是寻找大油气田的重点地区。“库车型”前陆盆地由于中部组合发育膏盐岩，形成特殊的“三位一体”构造变形组合样式，下部沉积组合冲断构造变形集中于靠近造山带的位置，且由于中部组合具有很好的封盖条件，油气沿断层运移到前陆冲断带的背斜和断块构造中，同时也有部分油气沿不整合面向前缘隆起带运移。因此，前陆冲断带的背斜圈闭、断块圈闭和前陆斜坡岩性圈闭、反向屋脊断裂构造带都是勘探的重要目标。“比利牛斯型”前陆盆地由于缺乏下部沉积组合，缺乏有效烃源岩。因此，极少发现油气成藏，勘探价值不大。

第四节 区域地质概况

库车前陆盆地位于塔里木盆地北缘，北与南天山断裂褶皱带以逆冲断层或不整合相接，南为塔北隆起，东起阳霞凹陷，西至乌什凹陷，是一个以中、新生代沉积为主的叠加型前陆盆地，盆地整体呈 NEE 向展布，东西长 550km，南北宽 30~80km，面积约为 $3.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

一、库车前陆盆地构造单元区划

库车前陆盆地可进一步划分为 3 个冲断带、1 个前缘隆起带和 3 个凹陷（图 1-5），3 个冲断带由北至南分别为克拉苏冲断带、依奇克里克冲断带、秋里塔格冲断带；3 个凹陷从西向东分别为乌什凹陷、拜城凹陷和阳霞凹陷。

克拉苏冲断带是南天山南麓第一排冲断构造，该冲断带由北部单斜带、克拉苏构造带两个次级构造单元组成。克拉苏构造带南北向以克拉苏断裂为界又可进一步划分为克拉区带和克深区带。

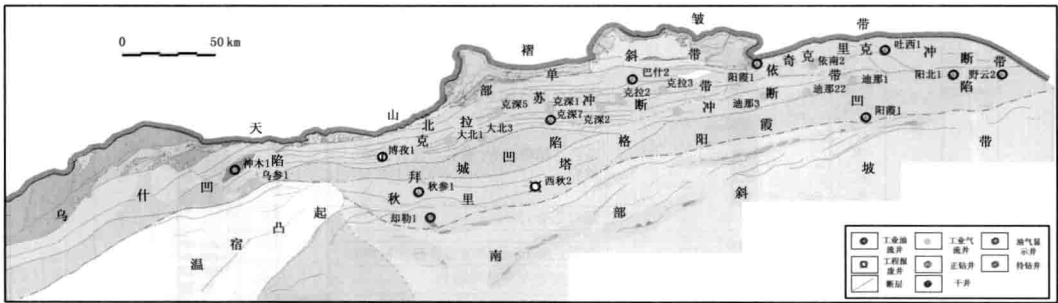


图 1-5 库车前陆盆地构造单元区划图

二、盆地地层单元

库车盆地中、新生代地层发育较为齐全，在盆地北缘露头 and 盆内钻井都有揭示（图 1-6）。在前陆盆地不同构造部位，由于沉积物物源区、沉积动力等不同，导致地层发育特征的不同。

三叠系：主要为一套陆相碎屑岩沉积。形成于冲积扇—河流—滨（浅）湖—三角洲环境，夹有煤系地层。不整合面位于下伏二叠系或更老地层之上，与上覆侏罗系成假整合接触。三叠系厚度自南向北加厚，分布范围较侏罗系小。

侏罗系：为一套含煤地层，属三角洲平原—湖泊—沼泽相，与下伏三叠系为整合或平行不整合接触，或角度不整合于前中生界之上。沉积厚度北厚南薄，呈现向南部前缘斜坡超覆的特征。

白垩系：下白垩统发育，上白垩统缺失。为一套砂、泥岩互层沉积，属扇三角洲—辫状河三角洲—滨（浅）湖相。与下伏侏罗系主要为不整合接触。沉积厚度总体呈北厚南薄，西厚东薄的特征。

古近系库姆格列木群：大致以库车河为界分为东西两大相区。西部为膏盐岩夹泥岩相

界	地层			厚度 (m)	岩性剖面	岩性简述	生储盖组合			油气显示	资料来源		
	系	统	组				生	储	盖				
新 生 界	第四系	上新统—中新统	库车组	500~600		含砾砂岩, 砾岩					大宛1井		
			康村组	155~1250		灰褐色杂砂岩, 泥质砂岩灰色中细砂岩 上部: 褐色砂质泥岩与含砾不等粒砂岩 下部: 褐色砂质泥岩夹粉细砂岩							
			吉迪克组	195~1234		上部: 深灰、灰白色膏质、青泥岩夹深灰色泥岩 下部: 红褐色膏质泥岩, 膏泥岩, 灰色泥岩夹多层褐色泥质粉砂岩, 细砂岩						吐孜1井	
			苏维依组	125~578		褐色泥岩, 粉砂质泥岩夹膏质泥岩及灰色、灰褐色细砂岩							
	古近系		库姆格列木群	1220		上部: 灰白色中—厚层盐岩夹灰褐色泥岩 下部: 褐色膏泥岩, 盐质泥岩夹褐色泥岩 底部: 灰褐色粉砂岩, 砾岩, 克拉苏发充一套白云岩或者石灰岩					大北1井 吐北1井		
			白垩系	下统	巴什基奇克组	0~400		褐色中厚—巨厚层状粉砂岩、细砂岩夹薄层泥岩					克拉2井
	中 生 界	白垩系	下统	巴西改组	230		黄褐色粉砂岩夹砂质泥岩、泥岩					克拉2井	
				舒善河组	600~700		杂色、棕色泥岩, 粉砂质泥岩夹细砂岩						
				亚格列木组	79~133		灰褐色砾岩						
				齐古组	100~100		深褐色泥岩, 粉砂泥岩夹薄层粉砂岩						
		侏罗系			恰克玛克组	206~260		灰色泥岩夹薄层粉砂岩					依南2井
					克孜勒努尔组	83~125		上、下部以中厚层状绿灰色泥岩、碳质泥岩互层为主 中部为中—厚层状细砂岩与泥岩互层为主 底部发育黑色煤层					
阳霞组					600~800		顶部为厚层灰、黑色泥岩, 碳质泥岩部发育黑色煤层; 中部为浅灰色泥岩与粉砂岩不等厚互层; 下部为灰黑色泥岩为主, 夹多套黑色煤层						
阿合组					300~430		厚—巨厚灰、深灰色细砂岩						
三叠系	上统—中统		塔里奇克组	200~500		厚层灰黑色泥岩, 碳质泥岩夹—细砂岩, 底部含砾					依南2井		
			黄山街组	205~486		灰色厚层状泥岩及砂岩泥岩夹粉—细砂岩, 偶见煤线							
			克拉玛依组	170~467		灰色、灰黑色泥岩, 碳质泥岩夹薄层粉砂岩, 底部为砂岩							
			俄霍布拉克组	191~592		褐灰色砾状砂岩, 砾岩与薄层泥岩互层							
古生界	石炭系	下统		60~250		灰黑色石灰岩							

图 1-6 库车前陆盆地中、新生代地层柱状剖面图

区, 为浅湖—潟湖—干盐湖相沉积。东部为一套砂、泥岩沉积, 属河流—滨(浅)湖相, 与下伏白垩系普遍呈不整合接触。古近系膏盐岩明显受后期构造变形控制而厚度变化大。

新近系吉迪克组: 岩性为泥岩、粉砂岩、泥质粉砂岩和膏盐岩。膏盐岩主要分布在盆地

东部，属滨（浅）湖—泻湖相沉积，沉积厚度向北加厚，最厚达 3000m。

新近系库车、康村组—第四系：岩性主要为砂泥岩、砾岩，属河流—泛滥平原相沉积。沉积厚度向北部库车坳陷增厚，在拜城凹陷厚达 5000 余米。

三、盆地构造演化

库车前陆盆地经历了前碰撞造山、碰撞造山和陆内造山三大构造演化阶段，在沉积—地层剖面结构上就相应形成了三大构造层：前中生代构造层—前碰撞造山阶段被动大陆边缘沉积建造；中生代构造层—碰撞造山阶段周缘前陆盆地含煤磨拉石建造；新生代构造层—陆内造山阶段再生前陆盆地磨拉石建造（田作基等，1999；刘志宏等，2000）。中生代是库车地区烃源岩形成的阶段，新生代则是前陆冲断带构造圈闭形成和油气成藏阶段。

古近纪，库车地区的盆地性质属于再生前陆盆地早期演化阶段（刘志宏等，2000）。初期为边缘海海湾，之后演变为一强蒸发的封闭型沉积盆地，形成了大套的膏盐和膏泥岩岩层，构成良好的区域性盖层。新近纪—第四纪，受喜马拉雅造山作用远程效应的影响，中亚地区受强烈的陆内挤压，发生构造调整和侧向逃逸作用，形成库车前陆盆地冲断带。

库车地区的构造变形自北向南依次推进（图 1-7）。中新世吉迪克组沉积期，首先在北部斯的克背斜带的位置发生逆冲作用，东段石炭系岩层直接逆冲推覆在古近系之上，依奇里克背斜也因前侏罗系地层逆冲断层侵位而开始形成。中新世晚期康村组沉积期，克拉苏冲断带喀桑托开背斜、库姆格列木背斜开始发育，台阶状逆断层的滑脱面发育在侏罗系下部煤

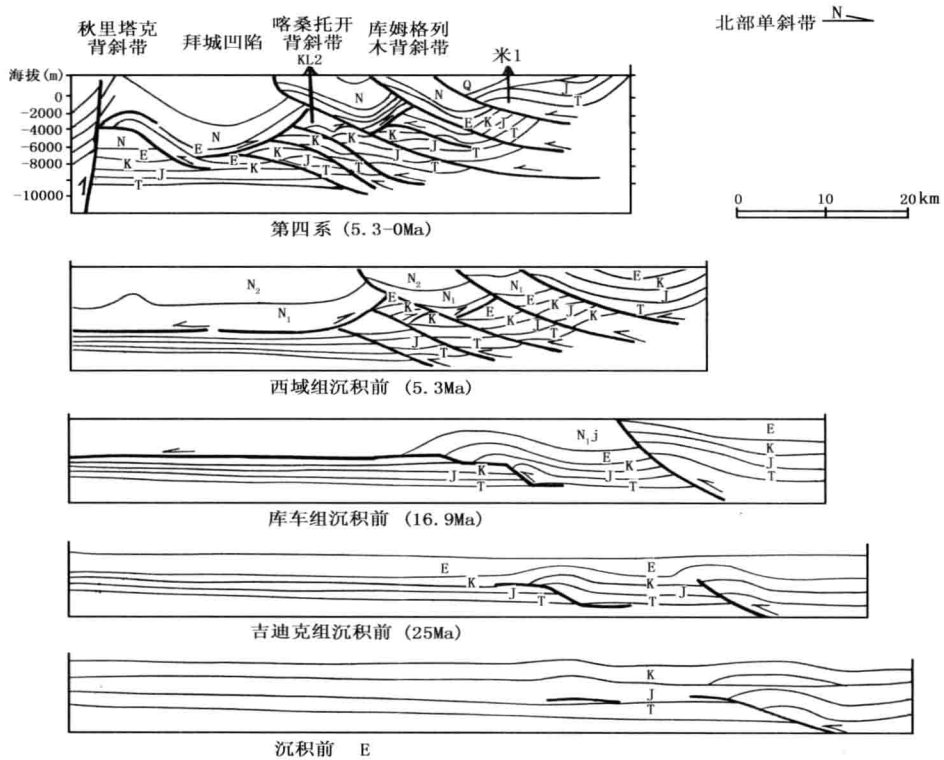


图 1-7 秋里塔克背斜带—北部单斜带区域构造发育史剖面

系地层、古近系的膏盐岩。上新世库车期，克拉苏背斜构造带变形进一步加强，发育为伴有反冲作用的一系列断层传播褶皱，库车期后期，推覆体前缘发生断层滑脱褶皱，拜城凹陷中的大宛齐背斜、秋里塔格背斜带的东秋背斜、亚克里克背斜和库车塔吾背斜开始形成。第四纪，克拉苏构造带定型为双重构造、突发褶皱和断层传播褶皱的复合体，同时，秋里塔格背斜带中的东秋背斜、库车塔吾背斜、北秋背斜和南秋背斜继续发育，南部的亚肯背斜开始形成（汤良杰等，2008）。

第五节 油气勘探现状

对库车前陆盆地油气资源的认识经历了3个阶段，随着资料的不断丰富、地质认识的不断深入，油气资源评价的结果也更接近于客观事实。2003年完成的第3次资源量评价结果表明库车前陆盆地石油资源量为 $6.09 \times 10^8 \text{t}$ ，天然气资源量为 $3.16 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。从目前已发现油气储量看，石油探明率为15.65%；天然气探明率为20.34%。与我国东部探明率超过50%的老油区相比，库车前陆盆地的勘探仍处于初级阶段。

一、油气勘探工作量

自1989年至今，库车前陆盆地在前缘隆起带、克拉苏构造带、秋里塔格构造带、乌什凹陷等主要构造带完成二维地震近 $4 \times 10^4 \text{km}$ ，三维地震超过 4000km^2 ，钻探井80余口，进尺近 $40 \times 10^4 \text{m}$ ，40余口井获得工业油气流，探井成功率超过50%。

二、已发现的油气田

自塔里木油田成立以来，库车前陆盆地油气勘探取得了举世瞩目的成就，成为我国乃至世界前陆盆地油气勘探的成功典范。20年来，先后发现英买7、牙哈、羊塔克、大宛齐、克拉2、依南2、大北1、迪那2、却勒1、大北3、克深2、克深5等油气田（藏）24个，其中前缘隆起带5个，前陆冲断带19个，主要分布如下：克拉苏构造带9个，秋里塔格构造带5个，依奇克里克构造带2个，乌什凹陷2个。已经发现的油气田藏主要分布在古近系、白垩系和侏罗系。库车前陆冲断带中部主要以气藏为主，其周边与前缘隆起带以凝析气藏为主（贾承造等，2002）。

特别是自1998年以来，在库车前陆冲断带上的克拉苏构造带、东秋里塔格构造带陆续发现或探明了克拉2、迪那2、大北、克深2等地质储量超过千亿立方米级的大型气藏，直接促成了西气东输工程的建成投产，对于优化我国能源结构，提高天然气消费比重，支持我国西部大开发和新疆跨越式发展做出了巨大贡献。

三、探明的油气储量

塔里木油田的油气储量在库车前陆盆地先后出现3次储量增长高峰期，累计探明石油地质储量为 $9530.92 \times 10^4 \text{t}$ ，探明天然气储量为 $6420.67 \times 10^8 \text{m}^3$ ，其中前陆冲断带探明石油地质储量为 $2438.02 \times 10^4 \text{t}$ ，探明天然气地质储量为 $5404.55 \times 10^8 \text{m}^3$ （表1-1）。

表 1-1 库车前陆盆地探明油气储量汇总表

地区	油气田名称	层位	储层岩性	含油气面积 (km ²)	探明地质储量		储量级别	油气藏类型
					石油 (×10 ⁴ t)	天然气 (×10 ⁸ m ³)		
库车前陆盆地	依奇克里克油田	J	砂岩	2	346	—	小型	背斜—岩性
	大宛齐油田	Q, N	砂岩	3.4	605.16	3.82	小型	背斜—岩性
	克拉 2 气田	E, K	砂岩	48.1	—	2840.29	大型	背斜类
	迪那 2 气田	E	砂岩	125.31	1338.9	1752.18	大型	背斜类
	吐孜洛克气田	N	砂岩	28.8	—	221.27	中型	背斜类
	大北 1 气田	K	砂岩	50.82	147.96	586.99	大型	断背斜类
前陆斜坡带隆起	牙哈气田	N, E	砂岩	48.9	4442.9	405.37	大型	断背斜
	英买 7 号气田	E, K	砂岩	48.3	1950.1	309.25	中型	断鼻
	羊塔克气田	E, K	砂岩	18.3	777.5	288.08	中型	背斜
	玉东 2 气田	E, K	砂岩	10.2	142.5	73.32	中型	背斜
	提尔根气田	N, K	砂岩	7.6	68.87	15.99	小型	背斜—断背斜
	红旗气田	E	砂岩	3.94	67.82	11.78	小型	断背斜
合 计				395.67	9887.71	6508.34		

第六节 库车前陆盆地勘探简史

库车前陆盆地油气勘探始于 1935 年的地质路线普查, 20 世纪 50 年代初开展了油气勘探, 1958 年就发现了依奇克里克油田。由于受技术条件的局限, 一直到 20 世纪 90 年代, 始终没有获得大的突破。

1991 年, 位于前缘隆起带上的英买 9 井首次在前缘系—白垩系获得油气突破, 随后陆续发现了以英买 7、牙哈、提尔根等为代表的前缘隆起凝析气田群, 油源对比显示出油气来源于库车坳陷侏罗系—三叠系, 使得人们坚定了在庫车坳陷找油找气的信心。

1992 年重上库车坳陷, 1995 年发现了大宛齐油田。随着对前陆盆地油气成藏认识的不断深入, 以及钻井、地震技术大幅度提高, 对库车坳陷的攻关研究不断深入, 使油气勘探也取得突破性进展。

1998 年初, 克拉苏构造带上的克拉 2 井在盐下古近系—白垩系获得高产工业气流, 之后进入了油气勘探的第 2 个高峰期, 并一直持续到 2001 年, 相继发现了大北 1、迪那、依南、吐孜洛克、却勒 1 等油气藏。

从 2001 年至 2006 年一直没有获得重大发现, 随着 2007 年大北 3 的突破, 迎来第 3 次勘探高峰, 4 年间在克拉苏深部区带捷报频传, 接连发现大北 201、大北 3、克深 5、克深 1、克深 2 等一批储量规模超千亿立方米的大气田。克深区带呈现出整体含气的态势, 有望在“十二五”期间探明天然气地质储量达 $1.0 \times 10^{12} \text{m}^3$, 进一步夯实“西气东输”资源规模。

第二章 库车前陆盆地重要油气勘探成果

第一节 前缘隆起古近系—白垩系陆相 凝析油气富集带的发现

20世纪80年代,由于地震、钻井等勘探技术的进步,使塔里木盆地的油气勘探取得重要进展,特别是在塔北隆起取得全面突破。随着塔北隆起的轮南、东河塘、英买2等一批海相油气田的勘探和发现,塔北隆起北坡即秋里塔格以南地区开始进入勘探工作者的视线。自英买9井于1991年在白垩系、古近系发现高产油气以后,陆续发现和探明了英买7、牙哈、提尔根、羊塔克、红旗等一批油气田,累计探明油气当量超过 1.5×10^8 t。研究发现,其油气均来自库车前陆盆地中生界烃源岩,为库车前陆盆地的油气整体勘探提供了理论依据。

一、牙哈—英买力古近系—白垩系大油气田的发现

1. 英买9井首次在塔北古近系获得油气突破

1989年8月,在塔北隆起轮台断隆西段的英买7号构造带上钻探了第一口预探井——英买7井,1990年5月,该井在奥陶系潜山获得 $220\text{m}^3/\text{d}$ 的高产工业油气流。为了评价该潜山的油气规模,1990年11月部署了英买9井,目的层为奥陶系、侏罗系。1991年6月,英买9井在白垩系4947.65~4980.32m井段获 $160\text{m}^3/\text{d}$ 的高产油气流(图2-1),该井在非目的层的古近系4682~4704m井段录井,岩屑见浅黄色荧光,荧光岩屑含量为3%~15%,系列对比为7~10级。气测有显示,在4682~4696m井段全烃为3.79%,甲烷为2.98%,乙烷为0.19%,丙烷为0.007%,岩性为浅灰色粉细砂岩。测井在4683.5~4702.5m井段解释油气层2层共16.5m。1992年4月26日至30日,在4683~4690m井段完井测试后,日产油 43.6m^3 ,日产天然气 157339m^3 。这是塔里木盆地首次在古近系获得高产工业油气流,开辟了塔北新生代找油的新层系。

2. 英买7井复查井在古近系发现含油气层

英买9井古近系出油后,研究人员考虑到位于该井以北2.3km的英买7井和英买9井具有相同的储盖组合,埋深也相近,且古近系也存在圈闭,但是录井没有发现油气显示,于是塔指地质研究大队(塔里木油田公司勘探开发研究院的前身)进行了测井解释复查,结果在英买7井古近系4707.5~4712.5m和4690~4700m井段,发现油气层厚度达35m(图2-2),油气层顶面海拔高度比英买9井高11m。1992年9月重上钻机试油,在4690~4700m和4700.5~4712.5m井段分别获得日产凝析油 86.7m^3 、天然气 $12.4 \times 10^4\text{m}^3$ 和凝析油 138m^3 、天然气 $21.8 \times 10^4\text{m}^3$ 的高产油气流。英买9、英买7两口井均获高产油气流,从而证实了轮台断隆古近系有一定的含油气范围和规模。

英买7构造带古近系高产凝析油气藏的发现,有两点值得总结:(1)在非目的层钻进中,不放过任何微弱显示。英买9井钻开古近系油气层时,荧光岩屑仅占3%~15%,气测全量只有3.8%,组分只有 C_1-C_3 ,但是地质监督却没有放过,坚持增加了一次对比测井,从而发现

