

“八五”期间国家科技攻关项目 85—101 成果

新疆塔里木盆地 层序地层特征

徐怀大 樊太亮 韩革华 著
曾学鲁 乐昌硕 徐钰麟 刘金辉



地质出版社

“八五”期间国家科技
攻关项目 85 - 101 成果

新疆塔里木盆地 层序地层特征

徐怀大 樊太亮 韩革华
曾学鲁 乐昌硕 徐钰麟 刘金辉 著

地质出版社

• 北 京 •

内 容 简 介

本书运用层序地层学的基本原理,从生物地层学、沉积学、地震地层学和计算机模拟技术综合分析入手,建立了综合性的层序地层系统,首次系统地确定出不同时期的层序年龄值和显生宙沉积基准面变化,对层序格架中的生物地层特征、沉积岩石学特征、测井和地震特征进行了深入细致的分析,并对层序的形成演化过程进行了计算机模拟。是一部理论和实践相结合、多学科综合研究的专著。

本书可供石油、地矿、煤炭系统的广大科技人员和有关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

新疆塔里木盆地层序地层特征 / 徐怀大等著. —北京:地质出版社, 1997.9

ISBN 7-116-02289-9

I.新… II.徐… III.塔里木盆地—地层层序 IV.P535.245

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 13842 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:赵麟昌 陈 磊

*

中国地质大学轻印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 15 插页: 31 页 图版: 10 页 字数: 366000

1997 年 9 月北京第一版·1997 年 9 月北京第一次印刷

印数: 1—650 册 定价: 36.00 元

ISBN 7-116-02289-9

P · 1717

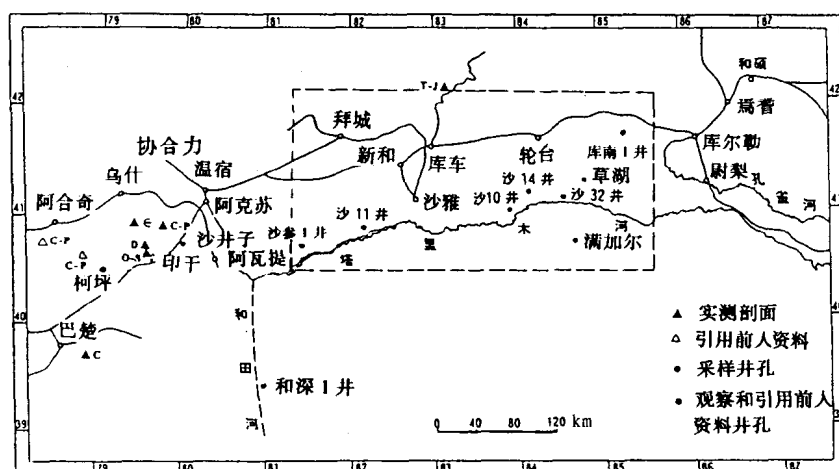
前言

塔里木盆地是我国最大的内陆盆地，也是国内最后一个油气勘探程度较低的大型沉积盆地。面积 56 万 km^2 ，是国家能源重点勘探地区。但是，由于沙漠覆盖，交通不便，气候恶劣等，给地质勘探工作带来诸多困难。1984 年 9 月地矿部西北石油地质局在盆地北部沙雅隆起沙参 2 井奥陶系白云岩中获得日产 1000 m^3 原油和 $200 \times 10^4 \text{m}^3$ 天然气的高产油气流，开始了我国西部油气勘探的新阶段。经过地质矿产部、石油天然气总公司等单位十多年的共同努力，已经在塔北沙雅隆起、塔中隆起等地区发现了一批工业油气田（群），从震旦系、寒武系、下奥陶统、下石炭统、三叠系、侏罗系、下白垩统、上白垩一下第三系和上第三系 9 个层位中获得了工业油气流，并在西部麦盖提斜坡上有新的突破。至今，在塔里木盆地已经找到 200 亿 t 的油气资源量，探明了几亿吨的地质储量，并形成了年产 183 万 t 原油的生产能力。

然而，由于塔里木盆地地质结构的复杂性，迄今为止，还没有找到一个整装的大油气田，加之油气层深度大、勘探成本高，在经济效益上较我国东部有很大差距。因此，尽快找到产量高、单位面积储量丰度高、储量大、深度较浅、开发较易的油气田或相对集中的油气田群，是当前必须解决的问题，也是“八五”期间科技攻关的根本出发点。

近年来，在地质地层学的基础上，综合各有关学科最新成就发展起来的层序地层学，受到整个地质学界、各石油大国、各大跨国石油公司的高度重视。层序地层学不仅在地质理论上有了突破性的进展，而且对油气勘探和开发产生了重大影响。它揭示了石油地质研究中长期以来存在的一些问题，从时间和空间的四维关系上研究单位地层（沉积层序或成因层序）的形成历史和单位地层内部（包括硅质碎屑岩和碳酸盐岩两大岩类）岩层和相组合的分布规律（包括生、储、盖层的组合规律），因而被誉为 20 世纪末地质学领域中的一场革命。这些新的概念已经成功地用于南非、澳大利亚西北、美国西部和南部海上油区，发现了一批过去被忽视的地层岩性油气藏。并为中东、美国加利福尼亚、加拿大西部等老油气区，在改善油气田开发条件，提高油气采收率和降低成本上，取得了巨大的经济效益。鉴于塔里木盆地地质条件的复杂性和多样性，应用层序地层学的概念、理论与方法，对于建立塔里木盆地的等时地层格架，研究地层的垂向组合及侧向展布规律，查清沉积体系类型、分布及其与生油岩、储集岩和盖层的时空配置，寻找有利的油气成藏区带，特别是寻找地层岩性油气藏，无疑提供了一条新的途径。

正是基于层序地层学在地质领域的突破性进展和巨大的潜在经济价值，“八五”期间，在国家重点科技攻关 85—101 项目中，设立了“新疆塔里木盆地北部层序地层学应用研究与有利油气成藏区带预测”专题（编号 85—101—04—05）。本书是根据该专题的研究成果，经过修改、删节而成的。研究范围南、北界为塔里木河与库尔勒—阿克苏公路，东、西介于库南 1 井与阿瓦提之间。露头研究集中在柯坪、阿克苏和库车地区（图 1）。研究层位从寒武系到下第三系，重点是奥陶系、石炭系和三叠系等产油层位。



图一1 研究区范围及露头剖面、井位分布图

本书是集体智慧的结晶。参加工作的有中国地质大学（北京）教师徐怀大、樊太亮、曾学鲁、乐昌硕、徐钰麟、田诚、余杰，博士和硕士研究生刘金辉、李庆谋、于炳松、池秋鄂、阮同军、瞿辉、厉玉乐、吴裕根、闫相宾、吴金才、聂伟、王荣前，有地矿部西北石油地质局的韩革华、魏真鑫、宋其善、杨国栋、王易农、武涛、赵义勇等。他们当中有古生物学家、沉积学家、石油地质学家、地球物理学家、地震地层学家、计算机技术专家等。因此，这项成果既体现了多学科的相互结合和渗透，也体现了高等院校与生产部门的密切协作与优势互补，体现了教学、生产和科研三结合的生命力。

在整个研究过程中，得到了国家计委交通能源司、地矿部科技司、地矿部石油海洋地质局科技处、地矿部西北石油地质局等单位的大力支持，兰锡钜、翟冠军、戴进业、康玉柱、刘鹏生、葛志田、王根长等领导和专家给予了真诚的帮助。在报告完成后，承蒙杨遵仪、郝诒纯、叶连俊、程裕淇等多位地学界的前辈以及由来自地矿部石油海洋地质局、西北石油地质局、中国科学院、中国矿业大学、中国地质大学等单位的专家组成的评审组予以评议和验收，并给予了高度评价。作者在此谨向以上单位和个人表示衷心的感谢。

作者希望本书提出的有关成果对今后塔里木盆地油气勘探和石油地质工作能起到一些积极的推动作用，也希望广大读者对本书中的不足之处惠予指正。

作 者

1997年4月于北京

目 录

前言

1 区域地质背景与层序地层应用基础	1
1.1 区域地质背景	1
1.2 层序地层学分析基础	5
2 生物层序地层学特征	17
2.1 生物地层带划分及年代地层格架确定	17
2.2 各时期沉积环境和旋回	48
3 露头层序划分与层序地层特征	65
3.1 露头层序划分原则与方案	65
3.2 露头剖面中的主要地质界面及其年代	70
3.3 露头层序地层特征	76
3.4 露头剖面典型层序地层模式	92
4 地震层序地层格架	106
4.1 地震层序划分的原则与方法	106
4.2 地震上不整合界面的识别、性质与级次	112
4.3 地震层序系统	122
4.4 层序发育特征	123
4.5 大型密集段、复合密集段	140
4.6 年代地层格架	143
5 钻井层序地层分析	146
5.1 钻井层序分析方法	146
5.2 高级次钻井层序边界的地震控制	149
5.3 不同时期井位区的古地理变迁及其测井层序特点	149
5.4 钻井层序中密集段的判别	152
5.5 钻井层序地层划分方案	154
6 层序形成演化动态模拟	166
6.1 碎屑岩层序地层形成演化模拟	166
6.2 碳酸盐岩沉积层序模拟	182
7 沉积基准面升降变化分析	192
7.1 地震上超点变化曲线的编制与分析	192
7.2 测井资料的 Milankovitch 旋回识别与可容纳空间分析	199
7.3 露头剖面相对水深变化曲线分析	211
7.4 塔北沉积基准面变化曲线分析与应用	215

8 主要结论	221
8.1 主要成果	221
8.2 主要地质认识	221
参考文献	224
图版说明及图版	228

1 区域地质背景与层序地层应用基础

1.1 区域地质背景

1.1.1 塔里木盆地的大地构造位置

自 70 年代初,我国一些地质学者开始应用板块构造理论探索塔里木、天山、昆仑山大地构造演化规律以来,获得了许多有重要意义的认识。

塔里木板块是新元古代固结的大陆板块,北以哈里克套南坡—巴仑台—库米什深大断裂与伊犁—伊塞克湖板块分界;东北以吐鲁番—哈密大断裂与准噶尔—哈萨克斯坦板块相接;南以康西瓦—木孜塔格北坡大断裂与羌塘板块为界。在古生代,塔里木板块与周围相邻的板块皆以大洋相隔,板块活动边缘的俯冲带,发生洋壳俯冲、消减、碰撞或造山,使大陆不断增生,洋壳随之消亡,从而形成较大的陆壳板块。

塔里木板块的稳定地壳部分称为塔里木地块,是中国西部大陆起核心作用的主要地块,最后固结于 700—800Ma 前。塔里木地块北为天山褶皱系,南为昆仑褶皱系,东邻祁连褶皱系,随着地块边缘的库鲁克塔格、柯坪、阿尔金和铁克里的先后隆起,中间地区被动下沉,自晚二叠世后,逐渐演化成为塔里木盆地,见图 1—1。

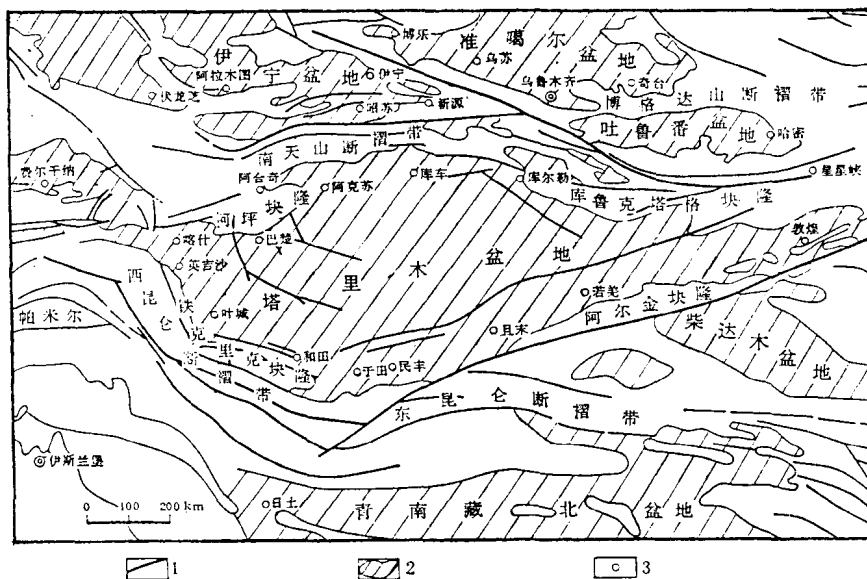


图 1—1 塔里木盆地地区构造位置图

(据新疆石油管理局资料)

1.断层; 2.盆地; 3.城镇

1.1.2 地层发育及展布特点

塔里木盆地北部地层发育齐全，露头 and 钻井资料表明，前震旦系为浅变质的结晶基底。震旦系—古生界可划分为两个大的海进、海退沉积旋回：下旋回为震旦系—泥盆系，以海相碳酸盐岩为主，往上过渡为碎屑岩和泥质岩；上旋回为石炭系—二叠系，石炭系以碎屑岩、碳酸盐岩和膏泥岩为主，二叠系为陆相红层夹火山岩。中新生界亦划分为两大沉积旋回：三叠系—下第三系为下旋回，以断陷—坳陷型陆相含煤碎屑岩和红层为主；上第三系为上旋回，为全区大面积覆盖的红色和黄灰色碎屑岩。在四大旋回之间以角度不整合和超覆不整合为边界。

塔里木盆地北部，震旦系为不整合于前震旦系之上的第一套沉积盖层。分布于新和南—齐满—轮台一线以南，以北则遭剥蚀而缺失。在轮台—达里亚一线以西的广大地区，地层岩性为含葡萄状藻球粒的白云岩、碳酸盐岩与泥质碳酸盐岩互层。由该线向东，地层迅速加厚，厚度在 2000m 以上。库鲁克塔格露头剖面表明，其为深海滑塌重力流—浊积岩相的岩性组合和沉积构造。

塔北地区寒武纪—奥陶纪是一套以碳酸盐岩为主的地层体系。分布于英买力北—齐满—沙 4 井一线以南，以北因剥蚀而缺失。北西薄，向南厚度达 4700m，并有向东南急剧增厚之趋势。平面上大致可分为三个沉积相区，即 ①盆地相区，分布于草湖以东，主要为浊积岩和海相泥质岩；②斜坡相区，分布于达里亚以东、草湖以西地区，为台地相与盆地相过渡区，可能发育有滑塌的重力流沉积；③台地相区，分布于达里亚以西的广大地区，主要为深灰、灰褐色灰质泥岩与浅灰色泥灰岩互层，夹灰色砂质泥岩、粉晶灰岩及钙质砂岩条带，为台地相沉积。

塔北地区志留系—泥盆系为一套陆源碎屑沉积体系。除在沙雅隆起高部位（包括沙西凸起和阿克库勒凸起）上缺失外，其它地区均有分布。在东河塘—阿布干那一线以西，南厚北薄，此线以东向阿克库勒凸起减薄。在达里亚以东地区向东急剧增厚。

从总体上看，志留—泥盆系属深水凹槽海盆环境和滨岸环境中形成的陆源碎屑沉积（沙 11 井、沙 21 井揭示的志留—泥盆系均为一套向上变粗的陆源碎屑海退沉积序列）。与寒武—奥陶纪不同，在志留—泥盆纪整个塔北地区处在不断抬升、海域范围不断退缩的状态中。其岩性主要为泥质岩、粉砂岩和砂岩。志留—泥盆系与奥陶系为不整合接触。

石炭纪—二叠纪地层除在沙西凸起高部位及雅克拉—轮台凸起之上缺失外，塔北地区均广泛分布。总趋势为南厚北薄。在沙西凸起以西厚达 1300 多米，塔里木河一线厚度为 500—900m，并有向南加厚之趋势。地震、钻井资料表明，本区下石炭统分布广泛，可与巴楚露头对比，由上至下分别为卡拉沙依组和巴楚组，哈 1 井、沙 30 井揭示卡拉沙依组岩性主要为砂泥岩薄互层。巴楚组上部为一套薄层灰岩，称为“双峰灰岩”；中部为泥岩，至沙 10 井则变为膏盐岩；下部主要为一套石英砂岩，称之为“东河砂岩”，为东河塘油气藏的储集层，主要分布于东河塘和哈拉哈塘地区。石炭—二叠系与志留—泥盆系呈角度不整合接触关系。上石炭统主要分布于达里亚以东地区，厚度 100 多米，岩性主要为生物灰岩。二叠系仅存下二叠统，分布于东河塘—雅克拉以南、阿克库勒以西，为陆相碎屑岩和火山岩。不整合于石炭系之上。

在塔北地区，三叠—侏罗纪地层除在沙西凸起北部至雅克拉—轮台断凸北部一带缺失

外, 其它地区均有分布, 总体南厚北薄, 向北超覆。三叠系是本区找油的主要目的层之一, 是塔北阿克库勒等几个油田的储油层。由于受古地理环境的影响, 在西部阿瓦提断陷, 三叠系巨厚。在其以东受隆起和断裂系统的控制, 多发育冲积扇、三角洲和滨浅湖沉积。侏罗系在库车坳陷发育齐全, 塔北仅有下侏罗统。据钻井揭示其岩性为棕褐、褐紫色泥岩、深灰、灰色泥岩与浅灰、棕灰色细粒长石石英砂岩、泥质粉砂岩不等厚互层, 并夹煤层及灰黑色炭质泥岩薄层。

白垩纪一早第三纪地层在本区广泛分布, 主要为洪积—河流相的棕褐色砂砾岩, 局部夹砂质泥岩或灰绿色粉砂质泥岩, 其中的卡普沙良群底部砾、砂岩段广泛分布于东部雅克拉、阿克库勒等一系列凸起的构造部位, 是良好的储集层。

上第三系与第四系以陆相红层碎屑岩为主, 全区覆盖。上第三系为冲积平原—河流—湖泊相红色碎屑岩沉积, 第四系为冲积、风积、湖积及山麓粗碎屑堆积。

1.1.3 区域构造特征及演化

1.1.3.1 震旦纪—古生代构造旋回

塔里木地区震旦纪—二叠纪为克拉通盆地发育阶段, 经历了一个完整的威尔逊旋回, 其中震旦纪—泥盆纪和石炭纪—二叠纪又分别构成两大发展演化阶段 (表 1-1)。

1. 震旦纪构造演化

“古中国大陆”形成后经历了相对稳定的时期, 形成“地台型”沉积, 仅在少数地区形成所谓的坳拉谷 (aulacogen), 如东北部的库鲁克塔格。震旦系呈北东向展布的楔形断陷槽, 沉积厚度达 5000 多米, 大陆坡的各种重力流和滑塌堆积发育, 并有“双峰式”火山岩。向北至卡瓦布拉克很快变为缺失隆起, 向南至孔雀河一带迅速减薄。在阿瓦提—满加尔一线震旦系厚度稳定, 为“克拉通内碟形坳陷”沉积。在盆地的北部可能还存在着尚未被认识的坳拉谷。总之, 少数狭窄的坳拉谷及相对沉降的边缘与大面积稳定的碟形坳陷明显的差异性, 成为震旦纪古构造突出的特点。它反映拉张初期拉张活动强度不大的面貌。

2. 寒武—奥陶纪构造演化

区域性拉张从寒武纪开始明显加强并逐渐达到高峰。库鲁克塔格坳拉谷呈现更强烈的拉张断陷, 沉降中心南移, 并使相邻的满加尔坳陷在寒武纪和早奥陶世出现半深海相饥饿型沉积, 厚度仅千米。中晚奥陶世开始向补偿型沉积转变, 坳陷中部沉积明显加厚, 厚度可达 4000m。从此, 改变了震旦纪盆地内部的均一状态, 出现了相间隆坳 (如沙雅隆起和满加尔坳陷)。东西分异开始出现, 海侵规模增大, 寒武—奥陶纪出现了最大海侵期。

3. 志留—泥盆纪构造演化

在塔里木外围地区强烈拉张的制约下盆地内部出现相对挤压状态, 库鲁克塔格地区隆起并向西延至轮台, 沙雅隆起进一步上隆成为满加尔坳陷的物源区, 坳陷西部变成补偿—超补偿的类前陆盆地沉积, 厚达 4000m。志留及泥盆系向隆起顶部尖灭。

泥盆纪末, 海西早期运动使天山的一些活动带处于相对收缩状态并产生压性构造形变, 盆地内部形成一系列的东向西断裂、褶皱, 并出现大规模的侵蚀间断面 (T_0^0)。

总之, 震旦纪到泥盆纪盆地内部形成了以东西向为主的大型隆起和坳陷, 为盆地的进一步发展奠定了基础。

表 1-1 塔里木盆地北部构造运动与界面性质

构造旋回	构造层	地层系统 与接触关系	地 质 年 龄 / Ma	地震波组属性			构造运动名称	构造运动特征
				地矿部	石油部	属性		
阿拉尔卑斯	喜马雅山印支	上更统一全新统 (Q ₃ —Q ₂)	2.0		T ₁		晚期喜马拉雅运动	造山运动、广泛褶皱、冲断, 天山进一步抬升, 盆地定形
		上新统 (N ₂)			T ₂	整合	中期喜马拉雅运动	
		中新统 (N ₁)	12.0		T ₃	上超	早期喜马拉雅运动	天山快速抬升、前陆盆地快速沉降、沙雅隆起经受改造
		上白垩统—下第三系 (K ₂ —E ₁)	24.6	T ₃ ⁰	T ₃	微角削截		
		下白垩统 (K ₁)	65.0	T ₄ ⁰	T ₄			
		侏罗系 (J)	144.0	T ₄ ¹		上超	早期燕山运动	塔北沉降、前陆盆地形成
		上三叠统 (T ₃)	195.0	T ₄ ²		微角削截	晚期印支运动	区域抬升、剥蚀、沉积中心迁移
		中三叠统 (T ₂)				微角削截		
		下三叠统 (T ₁)						
		上二叠统 (P ₂)	248.0	T ₅ ⁰	T ₅ ¹	削截、上超	晚期海西运动	广泛褶皱、断裂、岩浆侵入、随之隆起、剥蚀
海西加东兴凯	地台构造层	下二叠统 (P ₁)			T ₅ ²			
		上石炭统 (C ₂)	280.0		T ₆ ²			
		下石炭统 (C ₁)					巴楚运动	海侵、沉积中心迁移、区域性隆起、剥蚀、伴有褶皱、断裂
		泥盆系 (D)	360.0	T ₆ ⁰	T ₆ ³	削截、上超	早期海西运动	
		中上志留统 (S ₂₋₃)	408.0		T ₆ ⁴			
		下志留统 (S ₁)	438.0	T ₇ ⁰		微角削截	中期加里东运动	区域性隆起、海退、沉积间断
		奥陶系 (O)	505.0	T ₈ ⁰			早期加里东运动	
		寒武系 (C)	600.0	T ₉ ⁰		整合	柯坪运动	区域性抬升、剥蚀
		上震旦统 (Z ₂)					库鲁克塔格运动	
		下震旦统 (Z ₁)	850.0	T ₁₀ ⁰	T ₈ ⁵	削截、上超	塔里木运动	广泛褶皱、断裂、变质及岩浆侵位
扬子	基底构造层	前震旦系 (AnZ)					吕梁运动	

4. 石炭—二叠纪构造演化

石炭纪—二叠纪本区进入新的演化阶段, 塔里木盆地周围区域性拉张活动在石炭纪达到空前规模。天山和昆仑山发育了一系列陆内—陆间裂谷, 它们在石炭纪末或早二叠世末闭合。海西晚期运动使大陆再拼合, 最终导致强烈挤压变形。

受周围强烈拉张的影响, 盆地内表现为相对挤压, 北部的隆起进一步抬升, 使大部分地区隆起为陆, 沉降中心向西迁移, 使南北隆坳背景上的东西分异再次明显出现, 以致形成早石炭世海湾向西开口的马蹄形大陆包围的格局。至早二叠世晚期, 塔里木地区大部分为陆, 隆起部位古生界遭受剥蚀并且构造形变加剧。同时, 还出现岩浆喷发和基性岩浆侵入, 如哈拉哈塘和沙西地区等。这些火成岩被认为是相对拉张条件下的产物。

海西晚期盆地完全处于挤压环境中, 盆地周围造山活动加剧, 地层变形、褶皱, 并伴有以酸性岩浆为主的侵入活动, 特别是塔北出现了大量的褶皱和断裂。最终, 海水全部退

出, 并造成地层长期暴露剥蚀, 形成全区性的不整合面 (T_3^0)。

1.1.3.2 中、新生代构造演化

海西晚期, 随着盆地周围地槽带的关闭, 塔里木盆地成为板内克拉通盆地。中—新生代可分为三叠纪—侏罗纪和白垩纪—早更新世两大构造演化阶段。

1. 三叠纪—侏罗纪构造演化阶段

早、中三叠世: 早、中三叠世, 塔里木北部的构造演化经历了一个由断陷—坳陷的构造发展阶段。受海西末期南天山的褶皱上隆和后期应力的相对松弛影响, 库车坳陷开始以断陷形式下坳, 沙雅隆起定型并与柯坪隆起和库鲁克塔格隆起分隔北部库车坳陷与南部的阿瓦提和满加尔坳陷。南部沉降中心在阿瓦提—满加尔一线, 以河沼、湖相沉积为主, 为残留的克拉通坳陷盆地。北部库车坳陷形成沿山缘东西向狭长展布的北深南浅不对称坳陷, 发育河沼、湖泊含煤碎屑沉积, 形成前陆盆地的雏形。

晚三叠世—晚侏罗世: 晚三叠世开始, 古特提斯洋向北“潜没”挤压, 并逐渐加强直到侏罗纪晚期, 塔北受到明显影响。阿瓦提—满加尔地区西部抬升, 湖水向满加尔退缩, 至早侏罗世, 沉降中心已向东迁至库鲁克塔格山前, 随着抬升的加剧, 在中、晚侏罗世湖水全部退出塔北, 造成大范围的中、上侏罗统的缺失。

2. 白垩纪—早更新世构造演化阶段

白垩纪时, 由于新特提斯洋向欧亚大陆“潜没”作用, 印度板块向北漂移、拼接、碰撞, 随之由于天山的抬升及反冲作用, 使塔北进入了统一的前陆盆地发展阶段。早期相对分隔的水体趋于一体化, 沉积作用从天山山前扩展到中央隆起北缘, 形成广泛的红色粗碎屑岩。总体构造格局变为北低南高的单斜式不对称坳陷。进入晚白垩世, 构造活动逐渐加强, 形成覆盖全盆地的广泛沉积。晚第三纪, 构造活动表现剧烈, 周围山系高峻, 向盆内提供大量碎屑, 使盆内沉积加厚, 范围扩大, 塔里木北部前陆盆地的演化进入到更趋完善的阶段。这一时期的构造处于燕山和喜马拉雅活动时期, 由于印度板块持续向北推移、俯冲和最后碰撞拼合以及喜马拉雅山脉的崛起, 天山、昆仑山褶皱带进一步活动, 使盆地最终演化为四周高山围绕的干旱内陆盆地。受喜马拉雅晚期运动的影响, 盆内受到挤压, 塔北地区山前边缘中生界沿古剥蚀面出现大规模的逆冲推覆, 形成多种形式的断褶带和褶皱带。

1.2 层序地层学分析基础

1.2.1 层序地层学与传统地层学的主要区别

传统地层学根据生物、岩性和地质年代的特点建立起几种不同的分类系统, 如本区显生宙最底部地层为寒武系下寒武统梅树村阶玉尔吐斯组。无论是寒武、梅树村或玉尔吐斯, 都是人为赋予的名称, 没有成因意义。这一组里开始出现小壳动物化石。有人主张寒武系应以小壳动物化石首次出现的地层为底界, 但习惯上却以小壳动物化石大量出现的地层为底界。因此在同是生物地层学的分带上也存在着矛盾。本组地层在柯坪肖尔布拉克地

区的岩性为含有磷块岩、黑色含沥青泥岩、硅质岩的灰色微晶白云岩、细晶灰岩、薄一中层泥岩。按岩石地层学分层概念，此层在塔东北库鲁克塔格地区有一对应岩性段为西山布拉克组。不过，在西山布拉克白云岩之下，还有一套厚 34.3m 的紫红、紫灰、黄灰色块状含漂砾的砾岩和砾质泥岩，属重力流沉积，名曰汗格尔乔克组。习惯上，把它归入震旦系。然而从层序地层学观点看，含磷块岩及沥青泥岩的玉尔吐斯组是在一个层序形成中期海进条件下沉积的，称之为海进体系域。其海侵事件的时代和相同岩性的西山布拉克组相当。而汗格尔乔克组的重力流沉积属于一个层序发育第一阶段在深水盆地沉积的低水位体系域中的重力流盆底扇。于是，按照层序地层学观点，这里的寒武 / 震旦系界线是错的，作为真正的一个成因地层单位的底界，应当划在震旦系内的汗格尔乔克组底界上。在肖尔布拉克地区的层序真正底界在小壳动物化石首次出现或者玉尔吐斯组下面的一个明显的首次海泛面处。这里是层序中部的海进体系域沉积与下伏层序直接接触，缺失了汗格尔乔克组所代表的低水位体系域，见图 1—2。

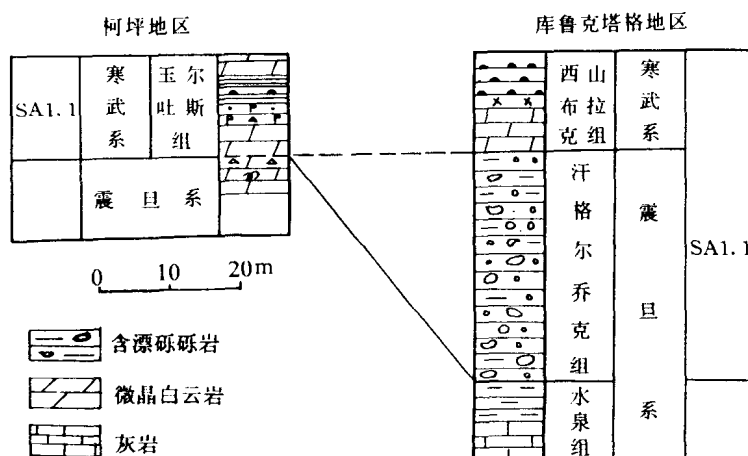


图 1—2 柯坪地区和库鲁克塔格地区层序地层与传统地层对比的差别

这个例子说明了几点：①传统地层划分是人为的，没有参考地层的沉积成因；②在生物地层单位中，常常由于不同化石的穿时后延而发生矛盾；③岩石地层单位的对比常常是穿时的；④年代地层单位在一般条件下很难逐层进行年龄标定，因此，在一般条件下，很少人使用年代地层单位，实际上形同虚设；⑤由于地层划分不与地层成因相联系，很难将一个地层单位与油气藏的形成、有利成藏区带预测相联系。

层序地层学强调地震资料、钻井、测井资料和地表露头资料的综合研究，与传统地层学相比较，层序地层学有如下一些特点：①地震反射界面基本上是等时面，地震资料为地下地质解释提供了三维空间上的等时地层结构框架，地震资料的质量越好，分辨率越高，则提供的信息越可靠、越准确；②岩心、岩屑、地面露头的实际观测与研究，为层序解释提供了直观的第一性资料；③合成地震记录或垂直地震剖面（VSP）为钻井与地震资料搭桥，使地震资料的解释更准确、更合理。

1.2.2 层序地层学的原理及其应用

层序地层学的原理及其应用，可以概括为如下方面：

(1) 地质历史中曾发生过多海平面、湖平面或沉积基准面的周期性变化。这些变化是由构造运动、全球海平面变化、沉积物供应、气候变化综合结果引起的。

(2) 沉积基准面（上限）与沉积物表面（下限）之间的空间称为可容纳空间，沉积物就是、也只能是在这个空间中沉积下来的。

(3) 基准面的周期性变化会造成可容纳空间的周期性变化。

(4) 这些变化是非常复杂的，但是，通过傅里叶变换，可以把它们分解成时间跨度或频率大小不同的若干级次。R.M.Mitchum 和 P.R.Vail (1991) 等人、R.K.Goldhammer (1993) 等人和 M.E.Tucker (1991) 所采用的标准分别如表 1—2、表 1—3 和表 1—4 所示。

表 1—2 层序级次及米兰科维奇轨道参数对比

(据 R.M.Mitchum 和 P.R.Vail, 1991,略有修改)

级次	时间跨度/Ma	层序性质	米兰科维奇轨道参数
一	> 50		
二	5—50	叠加层序	
三	0.5—5	层序，复合层序	
四	0.1—0.5	准层序，高频层序	偏心率
五	0.01—0.1	准层序，高频层序	地轴斜率，岁差

表 1—3 不同级次层序的时间跨度

层序名称	周期/级	时间跨度/Ma	幅度/m	升/降速度/cm·1000a ⁻¹
	一	> 100		< 1
超层序	二	10—100	50—100	1—3
层序	三	1—10	50—100	1—10
准层序组	四	0.1—1	1—150	40—500
准层序	五	0.01—0.1	1—150	60—700

表 1—4 海平面变化级次和机理

级次	年	全球大地构造	拉张和热沉降	全球海平面变化	板内应力	全球冰川期
一	10 ⁸					
二	10 ⁷					
三	10 ⁶					
四	10 ⁵					
五	10 ⁴					

本书采用的是现今常用的第一种方案。

(5) 每一个完整的周期内两个相邻下降翼拐点（或拐点附近某点）之间形成的沉积物称作一个层序。见图 1—3。

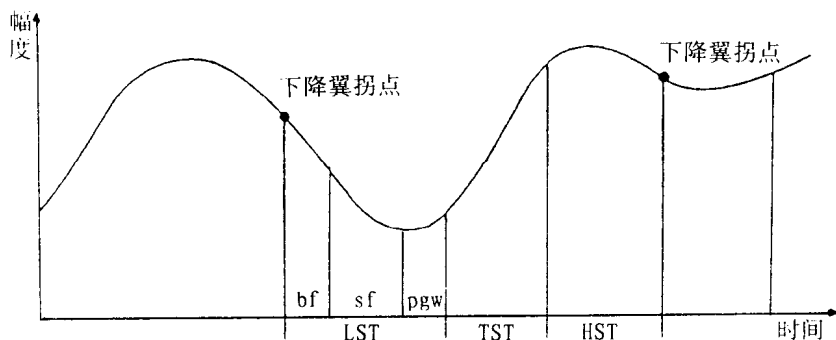


图 1—3 基准面变化周期与层序及体系域的关系

df—盆底扇；sf—斜坡扇；pgw—前积复合体

(6) 每个层序由三个体系域组成，它们并不完全是彼此平行的千层饼状，而是不均一分布，请仔细研究图 1—4 和图 1—5 中所示的地层结构。

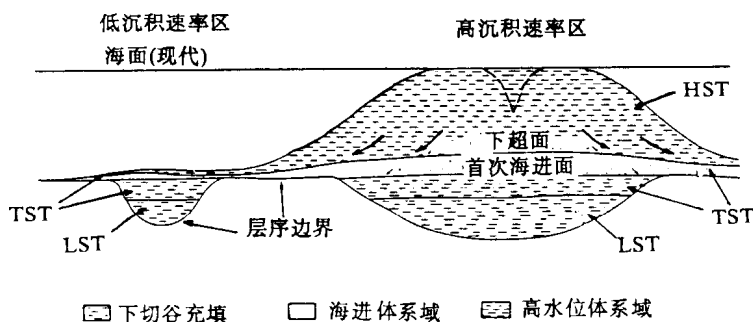


图 1—4 横切物源方向的沉积层序。

(7) 准层序及准层序组是组成层序的最基本单位，也是构成油气藏的基本单位。准层序有四种类型，但基本特点是沉积环境的水深向上变浅，它是在两次小的海泛之间沉积的。图 1—6、图 1—7 为其中的二种类型。

(8) 准层序形成于：①水下河流改道后引起的泥质沉积物的迅速压实；②构造沉降；③海平面或其它基准面的迅速下降。后二者可导致一系列的准层序的形成，其时间跨度可以等于或超过四级层序的形成时间，见图 1—8。

(9) 一些低级的层序可以叠置组合成高级复合层序，其中的低级层序可以看作是高级层序的低水位（或陆架边缘）、海进和高水位体系域。如图 1—9 所示。但称它们为低水位、海进或高水位层序组。

(10) 在地震剖面中经常看到某些段落出现明显的前积高频层序（四级或五级），其它段落虽有同样现象，但不明显（图 1—10）。很多隐蔽圈闭就是从这里预测出来的，而过

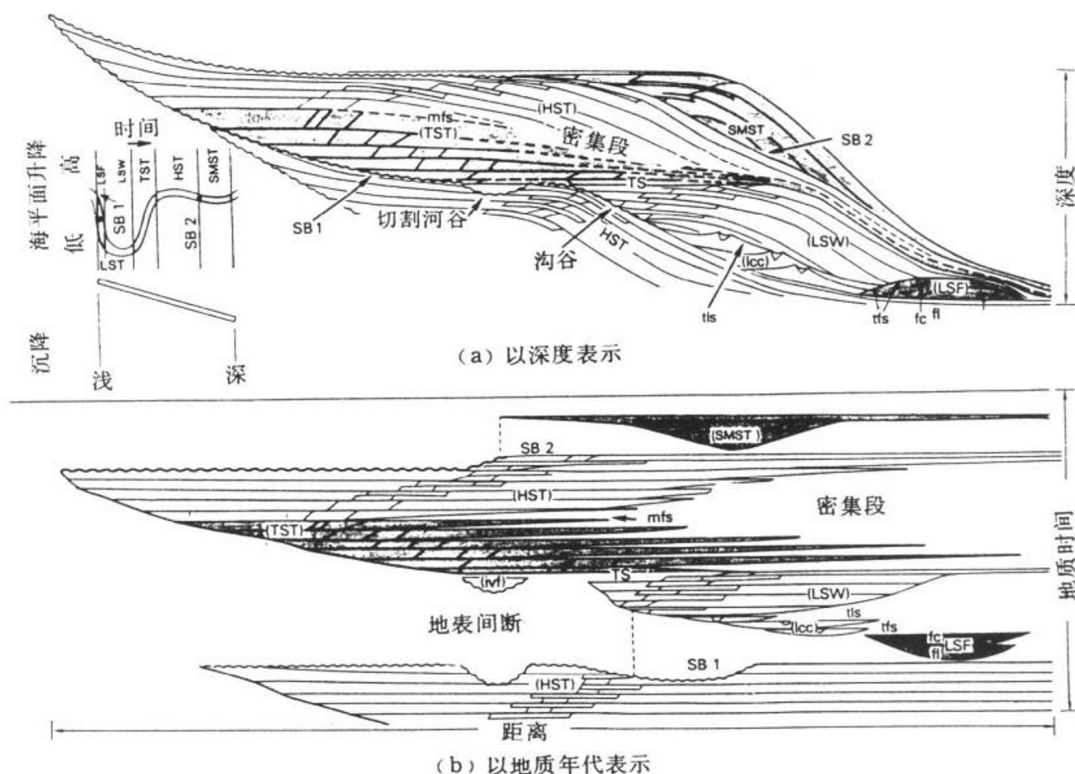


图 1-5 硅质碎屑岩层序地层模式

(a) 完整的 I 型沉积层序界面的地层横剖面。这个沉积层序沉积在一个高水位期沉积体系域 (HST) 顶部，其上覆盖了由 II 型层序界面不整合产生的陆架边缘楔形体 (SMW)。密集段 (虚线) 包含了海进和高水位体系域的远端部分。(b) (a) 中同一地层序列的时间—距离图。密集段朝盆地方向持续时间增加。由于海进体系域中退积准层序的连续上超而使底部向陆地方向逐渐变新。最大海泛面 (mfs) 也叫下超面 (Mitchum, 1977)，作为海进和高水位体系域的分界线。这个面构成了有力的地层和时间地层标准层。说明：SB—层序边界；SB1—I 型层序边界；SB2—II 型层序边界；DLS—下超面；mfs—最大洪水面；tfs—顶部扇面；tls—有堤河道的顶面；TS—海侵面（最大海退之上的第一次洪水面）；HST—高水位期沉积体系域；TST—海侵沉积体系域；LST—低水位期沉积体系域；ivf—切割河谷充填；LSW—低水位期楔形体；lcc—堤道复合体（大陆斜坡扇）；LSF—低水位期扇；fl—扇舌；fc—渠道；SMST—陆架边缘沉积体系域

去的研究中却多被忽视或被错误解释。

(11) 前积现象构成的前积砂体（即朵状体），实际上使储集岩隔段化 (compartmentalization)，这些隔段边界阻碍了流体的流动，其走向上的变化可构成一系列圈闭（图 1-11）。

(12) 准层序、层序等在空间上的叠置和变化规律，有助于利用少数资料预测其在三度空间中的变化，从而提高了地质人员的预测能力。图 1-12 和 1-13 表示在碳酸盐岩台地上，在一低频（1—10Ma）高幅的三级海平面周期的背景上，叠置以四、五级（10—100ka）高频低幅海平面变化之后的准层序叠置模式，注意不同阶段准层序的厚度变化。

