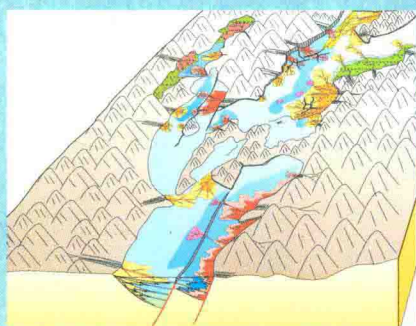


Sequence and Depositional Filling Response to
Syndepositional Structure in Tarsouth-Bellsouth Depression



塔南-南贝尔凹陷 层序地层与同沉积构造响应

单敬福/著



科学出版社

斗学基金(41372125)
油气资源与勘探技术教育部重点实验室

联合资助

塔南-南贝尔凹陷层序地层 与同沉积构造响应

Sequence and Depositional Filling Response to Syndepositional
Structure in Tarsouth-Bellsouth Depression

单敬福 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以海拉尔-塔木察格盆地塔南-南贝尔凹陷为例,运用层序地层学的基本理论和方法,对陆相断陷盆地层序级别、层序界面识别标志、层序界面的成因及其地质意义、层序地层格架特征和同沉积构造响应进行深入细致的分析,并在此基础上研究了不同构造背景断陷盆地层序地层内部结构单元的分布模式;探讨了盆地构造活动、气候、湖平面变化、物源供给等对层序发育的控制;提出了层序地层格架内有利砂体的预测方法。

本书可作为石油勘探部门从事盆地勘探地质的工作者及大专院校石油地质专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

塔南-南贝尔凹陷层序地层与同沉积构造响应 = Sequence and Depositional Filling Response to Syndepositional Structure in Tarsouth-Bellsouth Depression / 单敬福著. —北京:科学出版社, 2017.7

ISBN 978-7-03-050289-6

I. ①塔… II. ①单… III. ①断陷盆地 - 沉积构造 - 研究 - 蒙古
IV. ①P544

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 255144 号

责任编辑:万群霞 冯晓利 / 责任校对:桂伟利

责任印制:肖 兴 / 封面设计:无极书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年7月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2017年7月第一次印刷 印张:15 1/4

字数:400 000

定价:128.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前 言

层序地层学形成于 20 世纪 80 年代,是综合利用地震、钻井及露头资料,结合有关沉积相标志及岩相古地理分析,对地层层序格架进行综合解释的科学。该学科最早起源于被动大陆边缘海相沉积地层研究。由于其对地层成因、地层格架内沉积体系时空展布规律等提出了全新的概念、新的地层划分对比方法和油气预测模式,推动了沉积学和地层学具有革命意义的进展。随着相关研究的不断发展,层序地层学逐渐成为一门相对独立的分支学科。国际上在这一领域的成熟模式和经验都来源于海相盆地,而我国则是陆相含油气盆地占主导地位,考虑陆相盆地具有多物源、近物源、堆积快、横向变化大等特点,其层序地层的发育特征和控制因素,以及层序构成模式与海相盆地相比会有较大差异。特别是我国东部中生代陆相断陷盆地,受断层控制明显。因此,不能简单地套用已成熟的海相层序构成模式和工作方法,只能借鉴其核心思路,尤其针对陆相断陷盆地时,更是如此。

海拉尔-塔木察格盆地位于兴-蒙褶皱带东端,其中海拉尔盆地部分位于我国境内,塔木察格盆地位于蒙古国境内,它们属于一个统一盆地构造单元,是中、新生代张扭背景下形成的含油气盆地。经物探-地质工作证实盆地呈“三拗两隆”的构造格局。由于是分割的断陷群,每一个断陷本身就是一个油气系统。盆地沉积充填过程中又经历了多次构造运动,构造不整合面普遍发育,在不整合面上、下形成了多种油气藏类型,具有复式油气成藏的特征。本书的主要研究区塔南-南贝尔凹陷是塔木察格盆地主体部分,利用最新的地球物理勘探技术,并通过对研究区连片的高分辨率三维地震和钻井资料的分析,揭示了盆地沉积充填和构造演化历史,为后续深入研究提供了难得的资料基础和理论参考。

全书共十章。第一章系统介绍层序地层研究的现状、理论体系,以及最新陆相层序地层动力学盆地充填响应模式;第二章介绍研究区区域地质概况,包括地层、沉积构造背景、所处湖盆动力学演化机制等;第三章详细论述塔南-南贝尔凹陷层序地层划分原则,界面的性质、特征与识别标志,层序地层格架特征和区域对比意义;第四章详细论述塔南-南贝尔凹陷所在断陷湖盆层序形成机制及发育模式;第五章对高频层序地层对比方法进行了深入探讨;第六章介绍塔南-南贝尔凹陷发育的沉积体系类型及识别标志;第七章讨论塔南-南贝尔凹陷沉积演化与充填模式;第八章论述了塔南-南贝尔凹陷两个构造单元拼接带地层对比与沉积充填响应特征;第九章详细论述同沉积构造响应模式及其主控因素;第十章对塔南-南贝尔凹陷有利区带进行了优选及目标预测。

全书由单敬福统筹编写,其中绝大部分图件由硕士研究生汤乃千、张彬、闫海利、陈欣欣、种健、葛雪、张芸、崔连可、蒋莉莎、徐文杰等清绘完成。本书的编写参考了前人丰富的研究成果,也得益于中国石油大庆油田分公司多年来为本书编写提供的丰富

资料，同时也得到了长江大学领导和有关同事的支持，在此一并表示感谢。

特别感谢长江大学地球科学学院潘仁芳教授对本书内容提出的宝贵意见。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有疏漏与不妥之处，敬请各位专家、老师和相关科研人员不吝赐教。

作 者

2017年2月

目 录

前言

第一章 层序地层与沉积研究现状及其应用	1
第一节 层序地层学的理论体系与主要学派	1
一、层序地层学理论及概念体系	1
二、层序地层学的主要学派	7
第二节 陆相湖盆层序地层动力学及盆地充填响应模式	8
一、陆相湖盆层序形成动力学机制	8
二、陆相湖盆层序地层充填响应模式	12
第二章 研究区基本地质概况	14
第一节 基本地质概况	14
一、区域概况	14
二、盆地内部构造单元划分	15
三、勘探开发现状	16
第二节 区域地质与构造演化	17
一、成盆背景与动力学机制	17
二、地层特征	20
三、盆地构造演化特征	25
第三章 塔南-南贝尔凹陷层序地层格架	30
第一节 层序地层格架构成	30
一、层序地层划分原则	30
二、划分方案	31
三、层序界面识别标志	39
第二节 层序地层分析	43
一、单井层序地层识别与特征	43
二、连井层序地层识别与特征	53
第四章 塔南-南贝尔凹陷层序形成机制及发育模式	59
第一节 层序形成机制与主控因素	59
一、构造因素	59
二、古气候对层序形成的影响	66
三、物源供给对断陷湖盆层序的影响	67
四、湖平面的变化控制层序的形成	67
第二节 塔南-南贝尔凹陷层序发育模式	73
一、初始裂谷期湖泊层序	73
二、裂谷高峰早期湖泊层序	75
三、裂谷高峰中晚期湖泊层序	75
四、裂谷后期过渡层序	77

第五章 高频层序地层研究及方法探讨	78
第一节 高频层序地层理论和研究方法	78
一、高频层序在陆相湖盆与河流相地层形成机理	78
二、高频层序在陆相储层研究中的划分对比方法	82
第二节 高频层序对比方法和分析	84
一、高频层序对比方法	84
二、塔南-南贝尔凹陷高频层序分析	85
第六章 沉积体系综合分析	89
第一节 沉积体系类型划分	89
一、沉积体类型	89
二、沉积体系划分	89
第二节 沉积体系识别与特征	90
一、冲积扇体系	90
二、扇三角洲体系	92
三、近岸水下扇体系	101
四、湖底扇体系	105
五、湖泊相体系	106
六、(正常)三角洲体系	108
第三节 浅谈扇三角洲、近岸水下扇与远岸水下扇区别	109
一、岩性组合	109
二、原生构造(层面、层理、生物遗迹、结核等)	110
三、结构(粒度、分选、磨圆、结构成熟度-基质含量等)	110
四、沉积微相	111
五、粒度特征	112
六、测井曲线(以自然电位曲线为例)	112
七、地震相	113
第七章 塔南-南贝尔凹陷沉积演化与充填模式	114
第一节 物源分析	114
一、物源分析证据	114
二、物源体系特征	116
第二节 沉积体系平面展布特征	119
一、SQ1(铜钵庙组下部)	120
二、SQ2(铜钵庙组上部)	120
三、SQ3(南一段)	121
四、SQ3(南二段)	122
五、SQ4(大磨拐河组)	123
第三节 沉积体系演化	123
一、SQ1+SQ2(铜钵庙组)	123
二、SQ3(南屯组)	123
三、SQ4(大磨拐河组)	126
第八章 塔南-南贝尔过渡带地层与沉积充填	128
第一节 塔南-南贝尔地震资料差异分析	128

一、资料差异	128
二、重叠区不满覆盖且存在边界效应	128
第二节 塔南-南贝尔地层格架与沉积充填响应	129
一、塔南-南贝尔东部构造带	130
二、塔南-南贝尔西部构造带	132
第九章 同沉积构造响应模式及其主控因素	139
第一节 断陷湖盆坡折带的识别与充填响应	139
一、断陷湖盆坡折带的识别及其地质意义	139
二、断裂坡折带与扇体朵叶的空间配置及沉积体系充填模式	140
第二节 同生断裂组合样式对沉积体系的控制	142
一、同生断裂系统组合样式	142
二、同生断裂系统特征及对沉积体系的控制	144
三、同沉积断裂系统对沉积体系垂向演化的控制	145
第三节 古地貌对沉积体系分布的控制	146
一、强烈裂陷期的古地貌形态与沉积特征	146
二、拗陷期与长轴方向大型河流-三角洲	151
第四节 断陷湖盆沉积充填动力学响应过程及砂岩油气藏预测	151
一、构造沉降史与充填演化	151
二、湖盆沉积充填动力学响应过程	152
三、同沉积断坡带构造背景下的砂岩油气藏预测	153
第十章 塔南-南贝尔凹陷有利区带优选及目标预测	155
第一节 基本石油地质特征	155
一、塔南-南贝尔凹陷储层与含油气性综述	155
二、塔南-南贝尔凹陷生储盖特征	158
第二节 塔南-南贝尔凹陷有利区带预测	177
一、塔南凹陷有利区带预测	177
二、南贝尔凹陷有利区带预测	181
参考文献	186
附图	218

第一章 层序地层与沉积研究现状及其应用

层序地层学的发展已进入了一个崭新阶段,有人称其为沉积地质学的第三次革命(Miall, 2014)。尽管层序地层学的许多概念和部分理论是从古老地层学中沿袭下来的,但其现代研究方法的提出却与目前地震分辨率不断提高这一新技术的出现密切相关。因而,层序地层学是西方一些大石油公司首先采用和流行的理论和工作方法,然后才在学术研究机构成为科研题。层序地层学一般常规采用的数据主要包括地震资料、钻(测)井资料、岩心和露头等资料,同时也参考了生物地层学、磁性地质学、遗迹学和地球化学资料。目前,层序地层学已成为石油勘探和油藏描述中最为基础和有力的研究工具。

第一节 层序地层学的理论体系与主要学派

一、层序地层学理论及概念体系

层序地层(sequence stratigraphy)这一概念最早于1948年由Sloss提出,但以“层序”为单元来研究地层则始于1963年,Sloss在对比与划分美国克拉通晚寒武纪至全新世地层单元时,实践并深化了这一概念。但是Sloss的观点在20世纪50年代、60年代乃至70年代仍只被极少数人接受(Sloss, 1962, 1963)。Vail等(1977)在AAPG(Association of American Petroleum Geology)杂志上发表了地震地层学论文集(Abrahams and Chadwick, 1994; Ager, 1995; Vail et al., 1997),标志着层序地层学才真正意义上进入了萌芽阶段,他们在论文集中提出了旋回性沉积作用主要受全球海平面升降变化控制,以后至1987年的10年时间里,Vail和埃克森(Exxon)石油公司的学者在一系列论文中对层序做出了精确分析、修改和扩充。其中Mitchum和van Wagoner(1991)提出了层序由不整合面为边界扩展为层序是由存在内在联系的相对整合的地层序列组成的地层单元,顶底界面为不整合或与之相对应的整合(聂逢君, 2001; 贾承造和赵文智, 2002; 冯友良等, 2006)。1987年,van Wagoner等在AAPG上发表论文明确提出了“层序地层学概念”。

层序地层学主要研究等时格架地层单元内具有成因联系的沉积相及其时空展布,层序被定义为以不整合面或与之相对应的整合面为界的相对整合的有成因联系的地层序列。一个完整的层序单元对应一个完整的海平面升降旋回(Nilsen, 1967, 1985; Ori, 1982, 1993; Ori and Friend, 1984; Pienkowski, 1991)。海平面变化控制层序形成是Exxon层序地层学理论的核心。海平面变化有两种表述,一个是绝对海平面变化,是海平面相对于某个固定参照点(如地心)运动的单元函数;另外一个相对海平面变化,是指海平面运动和海底构造升降运动的双元函数。Vail等(1977)根据世界各地资料(主要包括地震、古生物、古地磁、同位素测年资料),编制出显生宙以来一、二级海平面升降周期曲线(图1-1)。按照层序发育的时间长短对层序级别进行划分。后来随着人们对层序及其形成机理的逐步深入,这种分类已越来越不适应高精度层序地层学研究。实际上,地质事件和地层旋回持续时间

的跨度至少要 16 个数量级，如紊流边界层的突发扫描旋回(Burst-sweep cycle)的持续时限为 10^{-6} 年，太阳黑子和太阳的其他作用可造成 $10\sim10^2$ 年的旋回规模，而超大陆形成与解体的板块构造旋回的持续时间为 10^9 年。针对目前具有地质意义研究尺度而言，旋回的时限应以 10^4 年以上的米兰科维奇旋回为研究起点。其主要包括如下四种类型(表 1-1)。



图 1-1 显生宙全球海平面变化旋回(据 Vail et al., 1977)

表 1-1 地层旋回及驱动机制

层序级别	旋回类型	驱动机制	持续时限/Ma	其他术语
巨层序	第 1 级旋回或全球超大陆旋回	全球超大陆旋回，为地壳的主要升降旋回，与海底扩张及超大陆拼合有关	200~500	一级旋回(Vail et al., 1977)
超层序	第 2 级旋回也称 10 个百万年的幕式旋回	大陆规模的地幔热作用(动力地形)和板块运动产生的旋回，包括：①大洋中脊扩张导致的体积改变而产生的全球海平面变化；②张性下拗和地壳载荷引起的基底运动的区域性旋回	10~100	二级旋回超旋回(Vail et al, 1977)，层序(Sloss, 1962, 1963)
层序	第 3 级旋回也称百万年的幕式旋回	由于区域性板块运动(包括板内应力机制改变)引起的基底运动的区域性和局部旋回	0.01~10	三级旋回(Vail et al., 1977)
四级层序	第 4 级旋回也称百万年以下的幕式旋回	由轨道强制力，包括冰川作用等产生的全球旋回	0.01~2	四级至五级旋回(Vail et al., 1977)，米兰科维奇旋回(Wanles and Weller, 1932)

1. 巨层序

全球超大陆旋回与泛大陆的形成于裂解旋回有关。一个完整的旋回需要 200~500Ma，这个过程至少是两个 10^8 年级别旋回，在地质历史时期，至少进行了 20×10^8 年，可能至少发生过四个完整的巨层序旋回(图 1-2)。由于巨层序与超层序级别相差悬殊，一般在巨层序内划分若干个超层序组。实际上，一个大陆的拼合还可以阻止地核和地幔的辐射

散失，其结果将导致大陆局部热隆起、拗陷和解体，继而开始一个海底扩张，从而对全球海平面产生巨大影响，控制巨旋回层序的形成与发展。

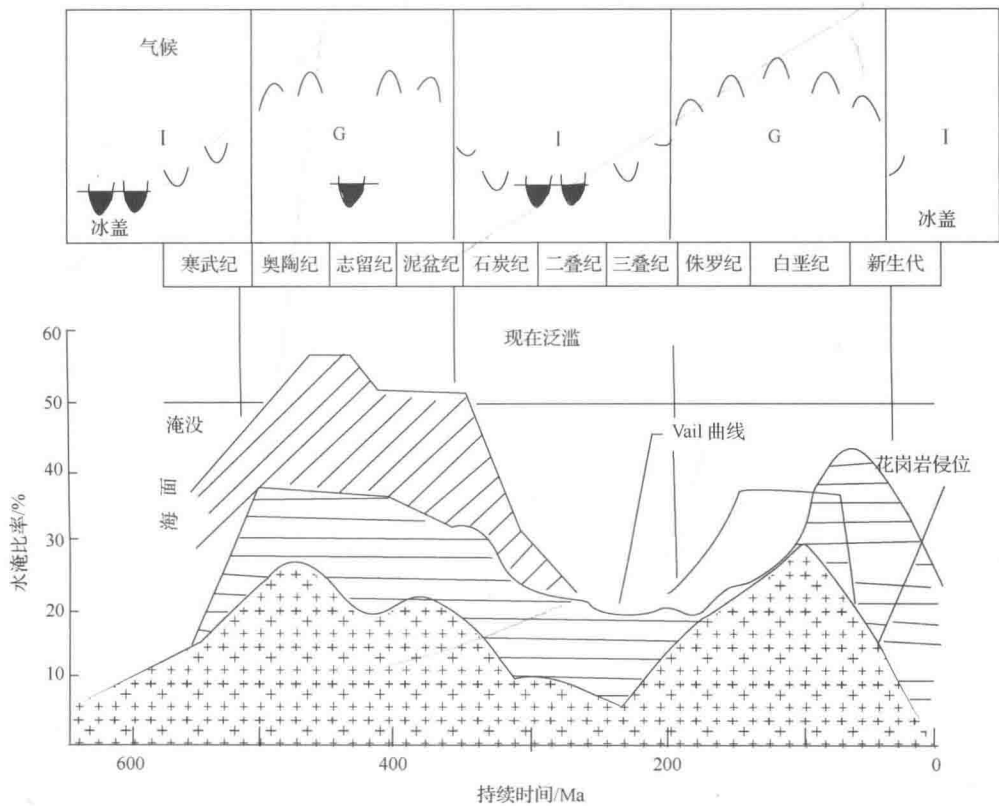


图 1-2 显生宙超大陆环境、气候旋回(据 Worsley et al., 1984, 1986)

图中所示为海平面变化(据 Vail et al., 1977)、大陆的水淹比率、花岗岩侵位量及随着这些变化而发生的全球气候波动; I.冰室气候; G.温室气候

2. 超层序

超层序是二级海平面升降旋回，时限为 10~100Ma，它的形成与全球构造事件或盆地演化的阶段性有关。越来越多的证据表明，超层序在克拉通内不仅可以追踪，而且在地球上几个主要大陆内部进行层位对比(图 1-3)。

3. 层序

层序是一套成因上相关、相对整合的连续地层序列，以不整合或与不整合相对应的整合为界。准层序和准层序组是层序的基本构成单元。Vail 等(1977)的经典层序地层学理论将一个层序划分为两大类，分别为 I 型层序和 II 型层序(图 1-4，图 1-6)，其中 I 型层序根据所处盆地几何形态的不同又细分为沉积于陆架坡折型盆地中 I 型层序、沉积于缓坡边缘型盆地中 I 型层序及沉积于生长断层边缘型盆地内的 I 型层序(图 1-4，图 1-5，图 1-7)；而 II 型层序与沉积于缓坡边缘型盆地中 I 型层序很相似，两者都缺少扇和下切谷，并且两者的初始体系域(沉积于缓坡边缘型盆地中 I 层序低水位体系域和 II 型层序的

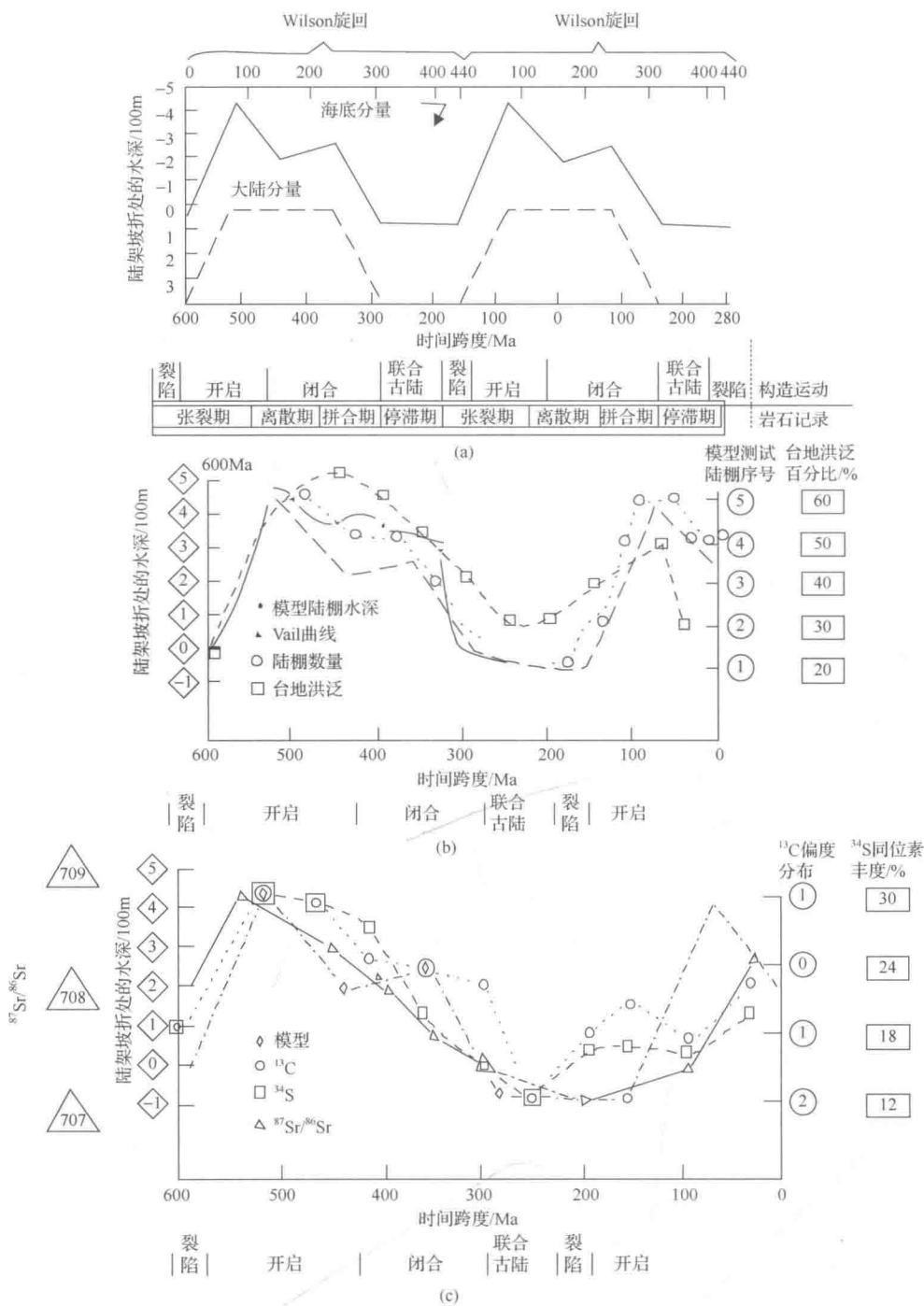


图 1-3 超大陆张裂—拼合周期对显生宙地层记录的影响(据 Worsley et al., 1984, 1986)

(a) 模型的构造分量, 显示了两个完整的张裂—拼合周期; (b) 模型与 Vail 等(1977)的长周期海平面曲线、台地洪泛和陆地数量; (c) 稳定同位素趋势

陆棚边缘体系域)均是在陆棚上沉积的, 但对于陆相湖盆层序而言, 两者初始体系域均沉积在无沉积坡折或构造坡折坡度较缓的斜坡上, 以地层累计厚度较薄为特征。然而, 它

们最为关键的差别是在海(湖)平面下降周期内, II 型层序在沉积岸线坡折处相对海(湖)平面不是下降而是上升, 这是由盆地的构造沉降速率大于或略大于海(湖)平面下降速率造成的, 并且该型层序与前者不同之处在于在层序发育期, 全球海平面不会下降到陆架坡折之下的大陆边缘, 且遭受暴露和剥蚀的范围小(纪友亮等, 1996, 1998a)。

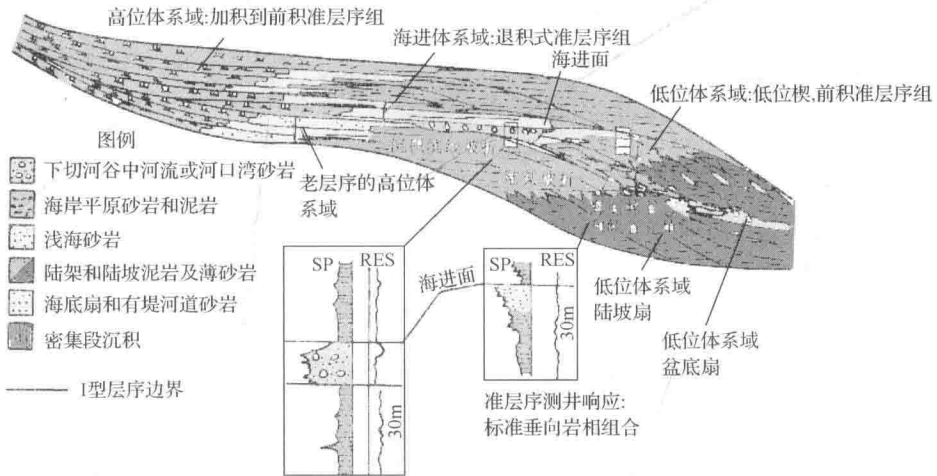


图 1-4 沉积于陆架坡折型盆地中的 I 型层序(据 Mitchum and Campion, 1990; van Wagoner et al., 1991)

SP. 自然电位; RES. 电阻率

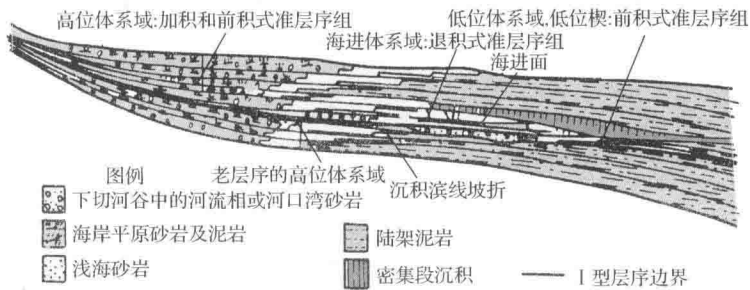


图 1-5 沉积于缓坡边缘型盆地中的 I 型层序(据 Mitchum and Campion, 1990; van Wagoner et al., 1991)

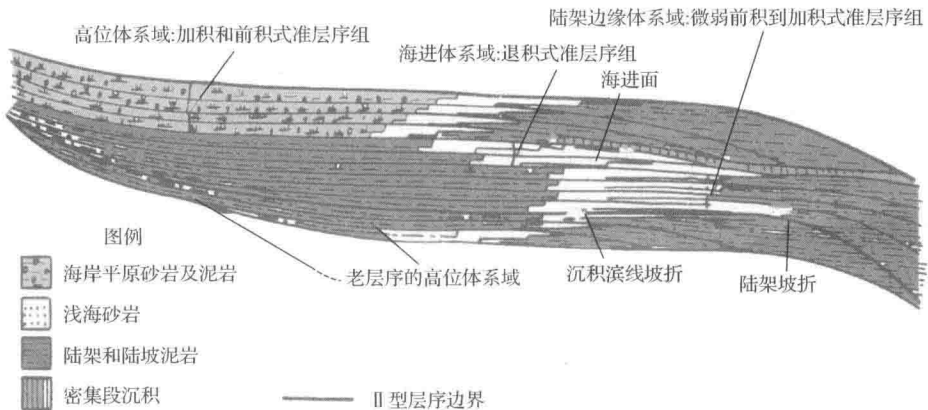


图 1-6 沉积于陆相棚边缘型盆地中 II 型层序(据 Mitchum and Campion, 1990; van Wagoner et al., 1991)

沉积于生长断层边缘型盆地内的 I 型层序地层发育模式与沉积于陆架坡折型盆地中 I 型层序类似(图 1-7)。除了初始体系域外，上面将依次出现海(湖)侵体系域和高位体系域，其经典结构见图 1-8。在这一级别的旋回中，不同的大地构造背景下的层序特征和界限、界面关系十分复杂和多变，从而形成多样的层序地层样式(纪友亮等，1996，1998a)。

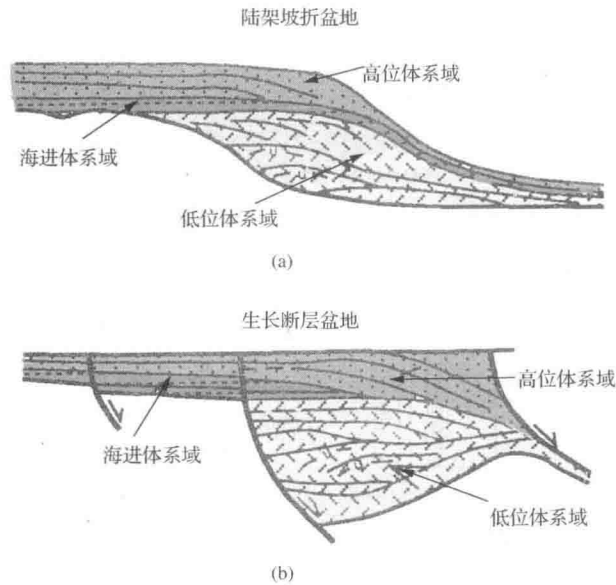


图 1-7 沉积于陆陆棚边缘型盆地中 I 型层序(据朱筱敏，1995)

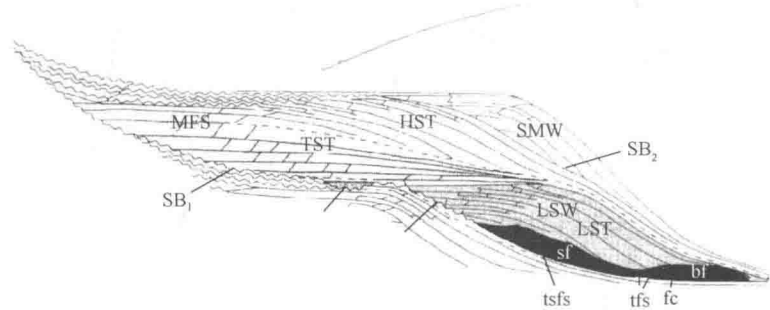


图 1-8 标准层序中三种体系域的相对位置(据 Vail et al., 1977)

LST.低位体系域; TST.海侵体系域; HST.高位体系域; MFS.最大海泛面; SMW.陆棚边缘体系域; LSW.低位楔状体;
sf.低位斜坡扇; bf.低位盆底扇; tsfs.斜坡扇顶面; tfs.扇顶面; fc.扇水道; SB₁.层序边界 1; SB₂.层序边界 2

4. 四级层序

四级层序属于高频层序范畴，能否形成四级层序要看沉积物供给速率与构造沉降速率的比值，如果大于 1，则会产生“A”型四级层序(Mitchum and Campion，1990)，如果小于 1，则只产生“B”型四级准层序。依据上述分析，在一个完整经典三级层序内部，“A”型四级层序只可能发育在低位元和高位体系域，海(湖)侵体系域则只能发育“B”型四级准层序。值得注意的是，四级准层序与任何层序的结构是不能相提并论的。四级层序及其以下级别的旋回具有不同的成因机制，其中许多旋回是气候成因的，尤其是受

米兰科维奇周期影响的旋回，其形成机制主要是由地球围绕太阳不规则公转造成接受太阳辐射能量的变化引起的，由轨道旋回所产生的冰川性海(湖)平面周期升降引起气候有规律变化是形成短期旋回的主要原因。

二、层序地层学的主要学派

层序地层学是近 30 年来发展起来的一门新兴学科，其基础是地震地层学。Nystuen 和 Siedlecka(1988)在《层序地层学的历史与发展》论著中总结了层序地层学领域出现的模式、方法和理论概念体系，其中主要包括：①Exxon 公司 Vail 等(1977)提出的沉积层序地层模式；②成因层序地层模式；③海侵-海退(T-R)模式；④地层基准面旋回法(高分辨率层序地层学)模式；⑤强制性海(湖)退模式；⑥风暴波及面模式。上述层序地层学理论和方法已经逐渐应用到陆相湖盆各种沉积背景的湖盆体系中，其中，Vail 等(1977)提出的沉积层序地层模式和地层基准面旋回法(高分辨率层序地层学)模式应用最为广泛，划分方法参考图 1-9。

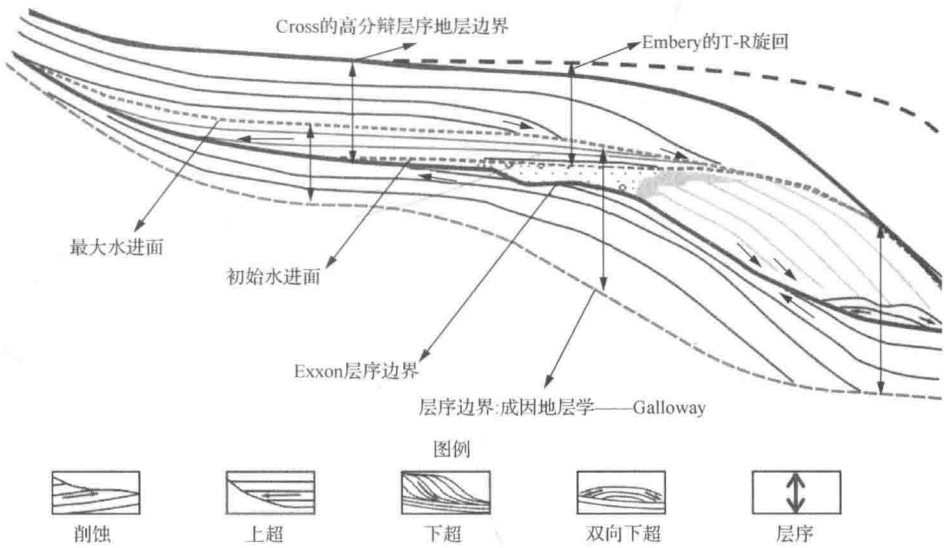


图 1-9 层序地层学各学派对层序划分的差异

1. Exxon 公司 Vail(1987)的沉积层序地层学

Exxon 公司以 Vail(1987)为代表的沉积层序地层学，强调以不整合面及其对应的整合面为层序边界。本文后面的实际应用部分将重点依据该理论。

2. Galloway 成因层序地层学

Galloway 的成因层序地层学主要是从 Frazier(1974)提出的沉积幕式旋回分析法发展起来的，这种方法从被正式提出以来，日益引起人们的重视，这种方法与 Vail(1987)的经典层序地层学理论主要有如下区别：①层序边界的定义不同，Galloway 成因层序地层学主要以最大湖泛面为层序边界；②两种层序模式在对 II 型层序中陆棚边缘体系域下伏层序不整合界面的认同上存在差异，Vail 经典层序地层学理论认为陆棚边缘体系域与早

期的高位体系域之间存在不整合,而 Galloway 成因层序地层学则认为沉积作用可能最终连续穿过层序界面,也就是说陆棚边缘体系域与早期的高位体系域之间不存在不整合现象(Galloway, 1989 a, 1989b)。

3. Cross(1990)高分辨率层序地层学

Cross(1990)高分辨率层序地层学是建立在岩心、钻井、露头和高分辨率地震等资料综合分析的基础上,并以地层形成过程中的回应为沉积动力学基础,其理论体系中有如下几个核心:①基准面原理;② A/S (A 为可容纳空间; S 为沉积物供给)比值;③体积分配原理;④相分异原理;⑤旋回等时对比法则。Cross(1994)引用并发展了 Wheeler(1959)提出的基准面旋回概念,并赋予其时间单元意义。该理论很好地解释了层序地层成因,但其缺点是很抽象,不方便进行实际操作,特别是在层序划分、界面的识别和小级别旋回对比等方面,有较多人为因素(邓宏文, 1995; 邓宏文等, 2000)。

4. Embry 的 T-R 旋回

Embry(1993)对斯沃德鲁普盆地三叠系地层进行研究,发现盆地的基本单元式海进-海退旋回(简称 T-R 旋回),这套理论简单地把层序两分,并强调以初始湖泛面为层序边界,把相当于经典层序地层学理论体系中的地位体系域合并到高位体系域,称为海退旋回,而湖侵体系域划归为海进旋回。目前,这种方法在国内应用的范围很小,使用者很少。

第二节 陆相湖盆层序地层动力学及盆地充填响应模式

层序地层学这一源于被动大陆边缘海相盆地的理论在近年来得到迅猛发展,被国内多位著名学者引入并加以完善和发展,进而被广泛应用于国内陆相湖盆的层序地层研究中。该理论总结了各类湖盆的沉积充填响应模式,如前陆湖盆、拗陷型湖盆地及断陷型湖盆等,这些陆相湖盆的形成与演化明显不同于被动大陆边缘盆地。因此,要想总结适合我国复杂多变的陆相湖盆沉积特点的一套成熟层序地层学理论,必须搞清如下两点:①陆相湖盆层序地层形成的动力学机制;②陆相湖盆沉积充填响应模式。

一、陆相湖盆层序形成动力学机制

Vail 等(1977)层序地层学学派把海平面升降(eustasy)作为层序形成的主要动力,其层序形成及演变机理与陆相湖盆有很大差异,这是因为陆相湖盆除特殊情况外,一般均与海洋隔绝,而且盆地的形成、演变机理显然也与被动大陆边缘型盆地存在差异。因此,在应用层序地层学原理时,必须紧密结合陆相湖盆特点,弄清陆相湖盆层序形成的动力学机制,建立陆相断陷湖盆层序地层发育模式。对我国陆相湖盆而言,影响和控制层序形成的因素归结为湖平面、气候、构造沉降、沉积物供给及古地貌这五种因素的变化。

1. 湖平面变化对陆相断陷湖盆层序形成作用

Muto(1987)、Shanley 和 McCabe(1994)曾把相对海平面升降(relative sea level)作为

控制海岸平原和海洋环境层序形成机制。进一步研究表明，陆相断陷湖盆的湖平面的变化相对要复杂得多，这主要涉及陆相断陷湖盆是敞流湖盆还是闭流湖盆的问题，因为与海洋相比，湖泊体积小，水体少，且影响因素众多，外界条件的微小改变就会引起湖平面的波动，因此湖平面的变化比海平面的变化频繁，变化频率高。一般来讲，干旱气候条件下易形成闭流湖盆，潮湿气候条件易形成敞流湖盆，在地质历史时期，两者可以相互转化。敞流湖盆的湖平面升降(后面所说的湖平面升降，是指相对湖平面的升降，所谓相对湖平面，是指湖平面到基底的高程变化)主要受构造沉降控制，与气候、沉积物供给及古地貌因素无关。实际上，由于盆地基底是持续沉降的，所以湖平面只升不降，而可容纳空间与湖盆的水体容量大小成正比，如果沉积过补偿，则可容纳空间减小，否则增大；而闭流湖盆的湖平面升降主要受气候、沉积物供给双重因素控制，与基底构造沉降及古地貌因素无关，因此，就断陷湖盆而言，湖盆伸展作用也是闭流断陷湖盆的可容纳空间大小考虑的影响因素，其对古水深会产生影响(图 1-10)。古水深可以有如下近似表达式：

$$H_{\text{古水深}} = [(V_{\text{河流注入量}} + V_{\text{大气淡水补给}}) - (V_{\text{蒸发量}} + V_{\text{地下渗流量}})] / S_{\text{湖盆伸展后面积}} \quad (1-1)$$

