

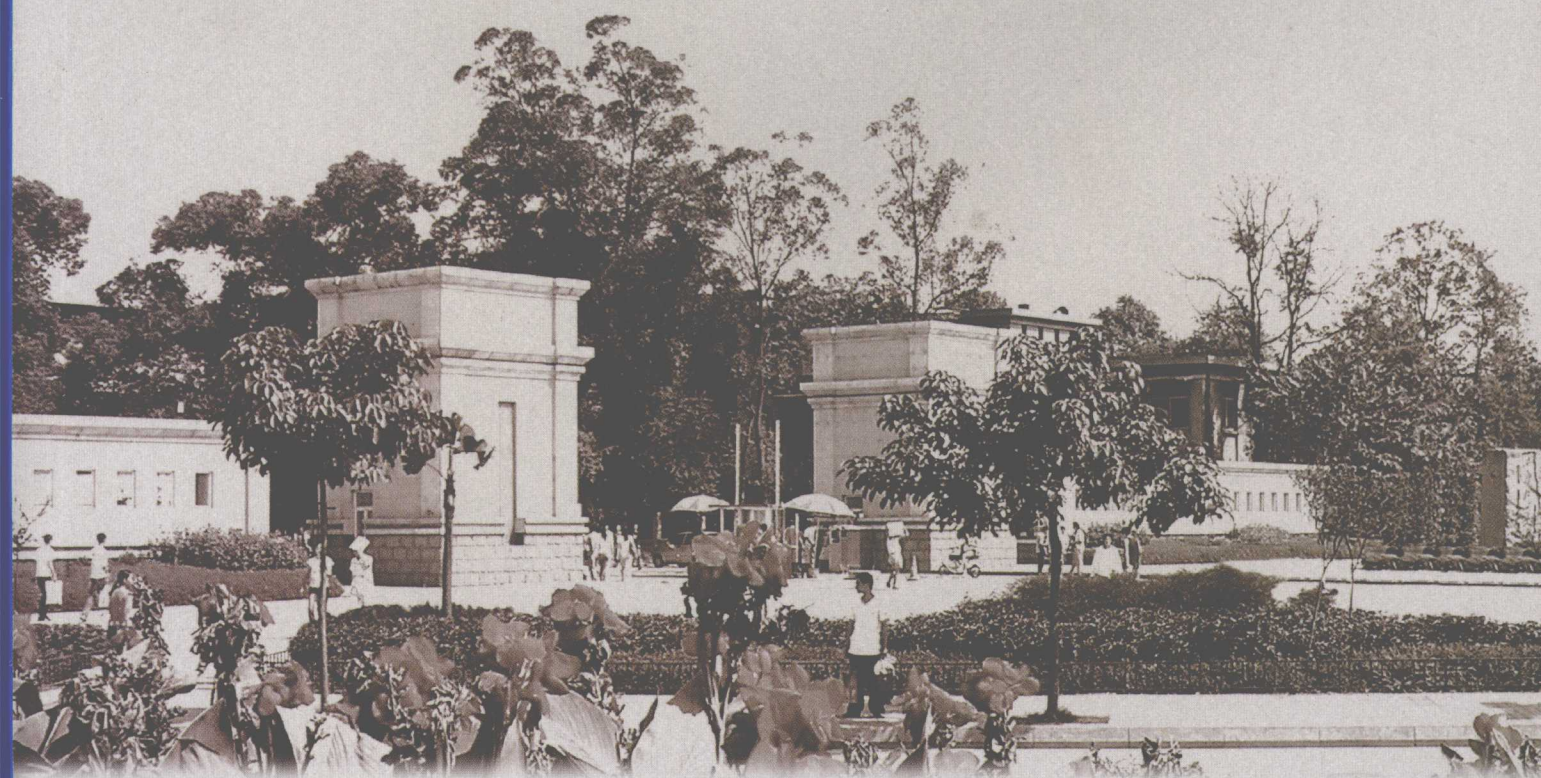


N 自然科学
atural sciences

成都理工大学 五十周年 校庆论文集

CHENG DU LI GONG DA XUE WU SHI ZHOU NIAN XIAO QING LUN WEN JI

黄润秋 主编



四川出版集团·四川科学技术出版社

献给：

成都理工大学（原成都理工学院、四川商业高等专科学校、
成都有色金属地质职工大学三校组建）建校五十周年

成都理工大学

五十周年校庆论文集

主 编：黄润秋

副主编：徐仕海 李金成 胡晓强

编 辑：贾建军 肖宁汉 陈梅一 程 瑾

任际周 袁 兵 刘丛笑

四川出版集团
四川科学技术出版社

: 合编

成都理工大学五十周年校庆论文集/黄润秋主编.
—成都:四川科学技术出版社,2006.10
ISBN 7-5364-6081-3

图书在版编目(CIP)数据

成都理工大学五十周年校庆论文集/黄润秋主编.
—成都:四川科学技术出版社,2006.10
ISBN 7-5364-6081-3

I. 成... II. 黄... III. 成都理工大学-纪念文集
IV. G649.287.11-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 117179 号

成都理工大学五十周年校庆论文集

主 编 黄润秋
责任编辑 任维丽
封面设计 黄 莎
版面设计 胡晓强
责任出版 邓一羽
出版发行 四川出版集团·四川科学技术出版社
成都市三洞桥路 12 号 邮政编码 610031
成品尺寸 205mm × 290mm
印张 56.5 字数 1200 千
印 刷 成都理工大学印刷厂
版 次 2006 年 10 月成都第一版
印 次 2006 年 10 月成都第一次印刷
印 数 1-2 300 册
定 价 98.00 元(全二册)
ISBN 7-5364-6081-3

■ 版权所有·翻印必究 ■

■ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。
■ 如需购本书,请与本社邮购组联系。
地址/成都市三洞桥路 12 号 电话/(028)87734081
邮政编码/610031

四川出版集团
四川科学技术出版社

新究辦理
成就於工

成都理工大学五十年紀念

劉寶瑞敬賀



二〇〇九年六月

序

为进一步开创全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化的新局面，党中央、国务院作出了建设创新型国家的战略决策。党和国家十分重视高等学校在科技创新中的重要作用，特别强调大学是培养高层次创新人才的重要基地，是我国基础研究和高技术领域原始创新的主力军之一，是解决国民经济重大科技问题、实现技术转移、成果转化的生力军。建设创新型国家的宏伟事业，为高校的发展提供了难得的历史机遇，同时也提出了严峻的挑战。正是在这一新的历史时刻，迎来了我校建校五十周年。

我校科研工作始终坚持“有所为、有所不为，整体发展、重点突破”的方针，秉承“继承、发展和创新”的理念，注重基础研究、应用研究与技术开发的结合，瞄准学科发展前沿，建立和完善科学研究及保障体系，努力实现科研的原始创新，积极为行业发展和区域经济服务，努力为国家的经济建设和社会发展作贡献。经过 50 年的艰苦奋斗，终于获得“科学研究初具规模，科技人才层出不穷，科技平台日趋完善，科技成果广受好评”的良好发展态势。

50 年来，我校先后承担和完成包括国家“863”和“973”计划、国家自然科学基金重大和重点项目、国家科技攻关项目等 3000 余项。科技年经费自 1992 年突破千万元后，逐年攀升，2005 年突破亿元，迈上一个新台阶；已获包括国家科技进步一等奖、国家自然科学二等奖在内的省部级以上奖励 700 余项（次）；拥有 23 项国家专利；近年年均发表被“SCI”、“EI”、“ISTP”等收录的高质量论文 100 余篇；目前建有 2 个国家级重点（专业）实验室、6 个部省级重点实验室和 47 个校级研究基地；构建起科技创新的重要平台——校内三级科研基地。一批优秀中青年学者活跃在国际和国内学术舞台，他们中多人获得李四光、黄汲清和国家杰出青年基金等重要奖励和资助；以中青年为主，“老、中、青”结合的多学科研究群体已具特色与优势。

如今，我校在地学基础理论、能源、地质工程、技术方法、信息技术和哲学社会科学等方面，已经形成自己的特色。尤其是在青藏高原地质学、稀有贵金属矿床和地球化学、复杂油气藏地质与勘探、工程地质的大型水电站的坝基和边坡

稳定性、地质灾害防治与治理、金属和石油物探、深部地球物理和核技术方法等领域，科研实力得到业界的高度认可，同时也得到国家和社会的良好赞誉。

为反映学校及校友们近期在各个学科领域取得的学术成果，我们特将征集的部分学术论文 162 篇（其中校内 141 篇、校外 21 篇），汇编成专辑出版，向校庆 50 周年献礼！本专辑共分二册，第一册收集自然科学论文 92 篇，涉及沉积学、地质工程、石油与天然气地质勘探、地球物理与地球探测技术、矿物、岩石、矿床、地球化学、化学与化学工程、构造地质学与第四纪地质学、油藏工程、计算机及自动化工程、数学与应用数学等研究领域；第二册收集社会科学论文 70 篇，涉及中外文化、经济与管理、高等教育、外国语言翻译与应用、社会学、影视表演与传播、图书情报学、法学、农业经济、公共管理、文艺理论、哲学等研究领域。

有一点儿遗憾的是，由于时间紧迫，学校的部分教师和众多校友都未能按期完稿，致使本专辑未能全部收集学校和校友们近期的最新研究成果，所以，这部专辑只能概略地反映学校近期的科学研究水平和学术成果。

回首过去，科学研究和科技管理有力地推动了学校的全面发展，为学校的综合实力跻身全国高校百强之列提供了强大支撑。展望未来，科学研究和科技管理必将在我校建设“研究教学型”多科性大学的征程中，做出自己更多、更大的贡献，同时也希望广大校友对母校的发展给予更大的关心和支持。

为保证本专辑的顺利出版，学校的广大教师、校友、有关单位的领导和工作人员以及王绪本、陈俊明、王士天、沈忠民、李勇、曾英、李余生、何大顺教授等组成的审稿专家组，科技处、学术期刊编辑中心为专辑的组稿、审稿和编辑出版工作付出了辛勤的劳动，学校的名誉校长刘宝珺院士在百忙中为专辑题词，成都理工大学印刷厂承担了编辑出版任务。在此，我向支持专辑出版的校内外所有单位和个人表示衷心的感谢！

成都理工大学校长

2.13.13

二〇〇六年九月

目 录

沉积学

- 塔里木盆地东河塘组层序划分及特征研究.....刘家铎,田景春,彭 军等(1)
- 低水位体系域的物质表现形式.....田景春,陈洪德,张 翔等(8)
- 西藏珠穆朗玛峰北坡地区显生宙沉积体系及沉积盆地演化.....邹光富,周铭魁,朱同兴等(12)
- 藏北雁石坪地区中侏罗统玛托组高频沉积旋回的层序地层学分析.....伊海生,时志强,陈 兰等(20)
- 鄂尔多斯盆地北部塔巴庙地区太原组二段沉积环境新认识.....张 翔,田景春,刘家铎等(28)
- 从十万大山地区泥盆系看全球海平面变化与构造作用对层序形成的控制作用

-李国蓉,于海波,周心怀等(32)
- 塔里木盆地志留系塔塔埃尔塔格组层序地层学研究.....陈高武,田景春,张 翔等(39)
- 永宁 P₁ 上部砾屑灰岩成因及意义.....刘亚伟,王多义,刘 涛等(46)

地质工程

- 岩石高边坡稳定性研究黄润秋(50)
- 20 世纪我国滑坡研究成就.....许 强,黄润秋,殷坤龙(68)
- 岩体结构评价有关问题分析及评价指标的获取.....聂德新,周洪福(87)
- 水电工程中的工程水文地质问题概述许 模(91)
- 甘肃武威县西营水库区域稳定分析马敦实(96)
- 某水电站 II[#] 变形体整体稳定性评价.....任光明,王子忠,王 猛等(100)
- 四川省丹巴县后山滑坡监测预警与治理工程措施研究.....许 强,黄润秋,徐志文等(106)
- 四川美姑县美姑河断裂活动性及对水电工程的影响.....孙 东,王道永,吴德超等(113)
- 泸西小江流域岩溶水有效开发模式.....王 宇(118)
- 公路网对我国环境的影响评价及预测.....刘 云,喻晓平,王梦春(125)
- 城市山洪灾害风险管理体系探讨.....朱 静(129)
- 岩土渗流研究进展.....邓英尔,黄润秋,刘滋群(134)
- 天然气水合物钻探钻井液特性研究.....陈礼仪(139)
- 顶管施工工法及其掘进机械简介.....魏昌斗,杜常春(144)

石油与天然气地质勘探

- 鄂尔多斯盆地奥陶系岩溶储层形成与演化.....杨 华,傅锁堂(150)
- 准噶尔盆地中部油气成藏期次分析.....郑和荣,尹 伟(158)
- 鄂尔多斯盆地塔巴庙地区上古储层裂缝特征及分布评价.....周 文,张哨楠,李 良等(163)
- 油气成藏与演化阶段的影响因素探讨.....闫长辉,陈 青,张善文等(170)
- 百色盆地海相烃源岩地化特征及生烃能力评价.....陈义才,潘泉涌,洪成云等(174)
- 塔河地区奥陶系一下石炭统巴楚组储集特征.....傅 恒(180)
- 川中地区香溪群四段储层物性特征及其油气意义.....雍自权,李俊良,周仲礼等(187)
- 珠江口盆地白云凹陷南注珠海组浊积扇群的发现及其意义.....徐国强,庞 雄,叶 斌等(192)

地球物理与地球探测技术

- 非均匀各向异性介质的 MIVMAS 地震正演与偏移.....贺振华, 熊晓军, 黄德济 (196)
- 电磁场相关概率成像方法的应用分析.....王绪本, 毛立峰, 高永才等 (201)
- 中国大陆地壳三维速度结构研究.....曹家敏, 蔡学林, 朱介寿等 (206)
- “3S”技术在高原区机场建设中的应用.....杨武年, 李天华, 廖崇高等 (213)
- 多波资料处理及解释方法研究新进展.....李录明, 罗省贤 (218)
- 基于遥感的娄底市城区热岛效应分析.....许兆军 (227)
- 核分析、检测技术及核素迁移研究.....度先国, 周建斌, 滕彦国等 (231)
- 多矿物测井解释模型及其在砂泥岩地层测井解释中的应用.....杨宇, 康毅力, 冯文光 (236)
- 准噶尔盆地中部测井录井综合识别油气层方法.....杨斌, 匡立春, 孙中春等 (240)
- 多源遥感数据融合技术在呼和浩特市土地变更调查中的应用.....许兆军, 胡娟 (245)
- 基于高分辨率遥感影像的城市泥石流灾害损失评估.....唐川 (250)

矿物、岩石、矿床与地球化学

- 城市生态地球化学基本问题.....倪师军, 张成江, 施泽明 (260)
- 西藏发现 41 亿年单颗粒碎屑锆石.....多吉, 温春齐 (263)
- 地质动力学猜想与当代成矿及找矿理论技术创新.....姚公一 (266)
- 一种新类型的铜镍钴硫化物矿床.....唐菊兴, 张丽, 顾雪祥等 (270)
- 西成铅锌矿床的生物成矿模拟实验研究.....林丽, 朱利东, 庞艳春等 (276)
- 广西珊瑚钨锡矿床含银硫盐沉淀的物理化学条件.....王乾, 顾雪祥, 唐菊兴等 (280)
- 云南富碱斑岩及其深源包体深部地质作用的岩相学特征.....刘显凡, 陶专, 卢秋霞等 (284)
- 论个旧矿区新一轮找矿方向.....吕宝善 (289)
- 什么是 SD 法.....唐义, 蓝运蓉 (296)
- 酒西盆地下沟组湖相“白烟型”喷流岩及其微量元素和稀土元素地球化学证据.....郑荣才, 文华国, 高红灿等 (301)

化学与化学工程

- 镉对鲫鱼的毒性作用及锌对该毒性影响的研究.....汪模辉, 朱霞萍, 陈卫明等 (309)
- $\text{Li}^+, \text{Na}^+ // \text{SO}_4^{2-}, \text{CO}_3^{2-} - \text{H}_2\text{O}$ 交互四元体系 288 K 介稳相平衡研究.....桑世华, 殷辉安, 曾英等 (314)
- 杂卤石矿地浸模拟实验研究.....安莲英, 殷辉安, 唐明林等 (320)
- Speciation Analysis of Trace and Ultra Trace Antimony in Overlying Waters and Sediments of Freshwater Lakes.....DENG Tianlong, CHEN Yuwei, Nelson BELZILE (324)
- 低浓度硼氢化钾还原连续流动冷蒸气原子荧光法测定土壤中痕量汞.....郎春燕, 王安俊, 陈庆芝等 (327)
- $(\text{C}_4\text{H}_4\text{O})_2$ 分子间相互作用的理论研究.....李绛 (332)
- 蠕变 TiAl 基合金中等轴和层片状 γ 变形组织的比较研究.....陈善华, G. 舒马赫 (337)
- 功能填料活性粉石英的制备.....林金辉 (342)
- 浮法玻璃对硅质原料的质量要求.....王文校 (348)
- $\text{SrAl}_2\text{O}_4: \text{Tb}^{3+}$ 的制备与发光特性研究.....邱克辉, 李峻峰, 邓春林等 (352)
- $\text{LiCo}_x\text{Ni}_{1-x}\text{O}_2$ 正极材料合成与性能研究.....钟辉, 许惠 (355)
- DNA 技术在古墓葬骨骸分析及古人迁徙动态研究中的应用.....阳小成, 李璟, 李凇等 (360)
- Effect of magnesia doping level on the properties of sol-gel tialite powders

.....ZHANG Qi-chun, YE Qiao-ming, LI Gang, et al. (366)	
Preparation of a Cationic Azobenzene Dye-Montmorillonite Intercalation Compound and its Photochemical Behavior.....	WAN Tao (372)

构造地质学与第四纪地质学

四川盆地及其邻侧地区地貌、第四纪地层体系.....	刘兴诗 (380)
中国大陆地壳三维结构—动力学型式.....	蔡学林, 朱介寿, 曹家敏等 (388)
中生代龙门山前陆盆地动力学模拟.....	李 勇, P.A.Allen, 周荣军等 (398)
试论扬子板块与塔里木板块古生代会聚与离散及其地质科学意义.....	赵冠军, 罗志立, 雍自权等 (403)
聚类分析在断裂活动性研究中的运用.....	王世元, 王道永, 吴德超等 (411)
唐古拉山口陇亚曲末次冰期早期冰川遗迹.....	李永昭, 李 勇 (415)
四川马尔康松岗地区河流阶地年代学及成因研究.....	李青锋, 肖渊甫, 邓江红等 (420)

油藏工程

描述单砂体宽度的技术方法.....	王允诚 (426)
YQT 峰型开发模型.....	冯文光, 龚久和 (429)
耐温抗盐调剖剂的选择与室内评价实验.....	伊向艺, 卢 渊, 李 春 (432)
气田开发方案优选的新方法及其应用.....	匡建超 (436)
致密砂岩储层高破裂压力的地质因素分析.....	陈 青, 周 文, 闫长辉等 (440)
塔巴庙地区上古生界异常压力及其与产气性的关系.....	李仲东, 过 敏, 李 良等 (444)
塔河缝洞型油藏数值模拟及调整技术对策研究.....	孙来喜, 张烈辉, 杨 宇 (450)
葡北油田注气混相驱机理的数值模拟研究.....	蒋晓蓉, 谭光天 (455)

计算机及自动化工程

无线校园网的建设与发展.....	张 阳 (461)
Surfer 软件在快速储层描述中的应用.....	董 伟 (465)
一种四臂八脚光滑表面爬行机器人设计.....	吴建平, 李 卓, 张敬博 (469)

数学与应用数学

复杂地质地貌区地球化学异常识别非线性研究.....	郭 科, 陈 聆, 唐菊兴 (473)
关于完全强可遮空间的刻画.....	曹金文 (479)

综合

南水北调西线工程面临的挑战与对策.....	潘桂棠, 刘宝珺 (483)
我校参与青藏高原区域地质调查主要成果和进展综述.....	刘登忠, 徐仕海, 李金成 (487)
我国铀地勘业可持续发展的战略思考.....	叶柏庄 (492)
四川和重庆地区的饰面石材资源评价与开发.....	曾广福 (498)
香格里拉盆地热地地质特征及勘探前景.....	王 宇 (504)
峨眉山世界遗产地旅游地学资源及开发研究.....	朱创业, 文学菊 (510)
山区城市功能区地质环境风险性分区评价方法.....	张成江, 王永利, 倪师军等 (514)

塔里木盆地东河塘组层序划分及特征研究

刘家铎, 田景春, 彭 军, 陈高武, 张 翔, 聂永生, 赵 强, 韦东晓

成都理工大学沉积地质研究院, “油气藏地质及开发工程”国家重点实验室, 成都 610059

摘 要: 本文以塔里木盆地上泥盆统东河塘组为研究对象, 通过大量的野外剖面观测、钻井岩芯观察详细研究了东河塘组层序界面特征, 自下而上可识别出 5 个三级层序界面, 界面类型在不同地区表现特征不同, 有 I 型界面和 II 型界面, 其中以 II 型岩性岩相转换面为主。依据这 5 个三级层序界面将东河塘组划分 SQ1、SQ2、SQ3、SQ4 四个三级层序, 详细论述了不同层序在不同地区层序内体系域的构成特征。这为进一步研究层序对比, 更好地揭示东河塘组层序的发育、展布规律和建立层序地层格架提供了重要基础资料。

关键词: 塔里木盆地; 东河塘组; 层序划分; 层序特征

1 前言

塔里木盆地上泥盆统东河砂岩的油气勘探最早源于 1989 年底哈拉哈塘凹陷北侧的东河 1 井, 次年东河砂岩中获得了 $389\text{m}^3/\text{d}$ 的工业油流, 从而发现了中国第一个产于海相砂岩中的工业油田——东河塘油田, 由此揭开了塔里木盆地在该领域该层位的良好油气勘探前景, 也使得东河砂岩成为塔里木盆地继奥陶系之后的一个重要的勘探领域或层位^[1-3]。东河塘组为一套浅灰、灰白、浅褐色厚层状细砂岩夹浅灰色粉砂岩及灰绿、紫红色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩沉积, 厚度变化于 21~383m, 从总体上看, 东河砂岩厚度从西向东超覆、变薄, 南北方向上具有南北两侧厚、中间薄的特点。东河砂岩厚度分布的这种特点主要受控于沉积时的古地质背景和沉积时离物源区的远近(图 1)。东河砂岩是在克孜尔塔格组风化剥蚀夷平面上随着海水侵入而沉积的, 具有明显的填平补齐作用特点^[4-6], 其与下伏奥陶系、志留系、泥盆系呈角度不整合或假整合接触, 而与上覆石炭系巴楚组呈整合或假整合接触。对于此套沉积前人进行了大量的研究, 并取得了一系列重要的研究成果。本文在前人的研究基础上开展东河塘组层序划分及特征研究^[7-9], 为进一步的油气勘探提供基础资料。

2 上泥盆统东河塘组层序界面识别

众所周知, 在层序地层学研究中最关键的是层序划分, 而层序划分的关键是有关界面的识别, 可用于确定层序的界面包括层序的底界面, 初始海泛面和最大海泛面, 其中最为重要的是层序底界面的识别, 这是层序划分的基础和前提。对于东河塘组层序界面的识别关键是对东河塘组内部的界面的识别, 因为东河塘组顶底均为典型的层序界面。

2.1 东河塘组底界面

该界面为一典型的层序界面, 在不同地区表现特征不同。在塔北隆起区为典型的 I 型层序; 区域上与下伏地层为明显的角度不整合接触(图 2); 钻井剖面上, 与不同时代的下伏地层相接触, 如与依木干他乌组(胜利 1 井)、塔塔埃尔塔格组(哈 4 井、哈 1 井、波 1 井)、柯坪塔格组(轮南 60 井、东河 20 井)相接触, 隆起边缘部分陆相河流沉积直接覆盖于海相泥岩沉积之上; 测井曲线上往往出现突变接触, 曲线幅度由小突然变大, 声波测井曲线上具有明显的速度变化, 地层倾角曲线也有明显的不整合面响应; 地震剖面上, 该边界对应于 Tg3

作者简介: 刘家铎(1949-), 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向: 沉积学、储层地质学

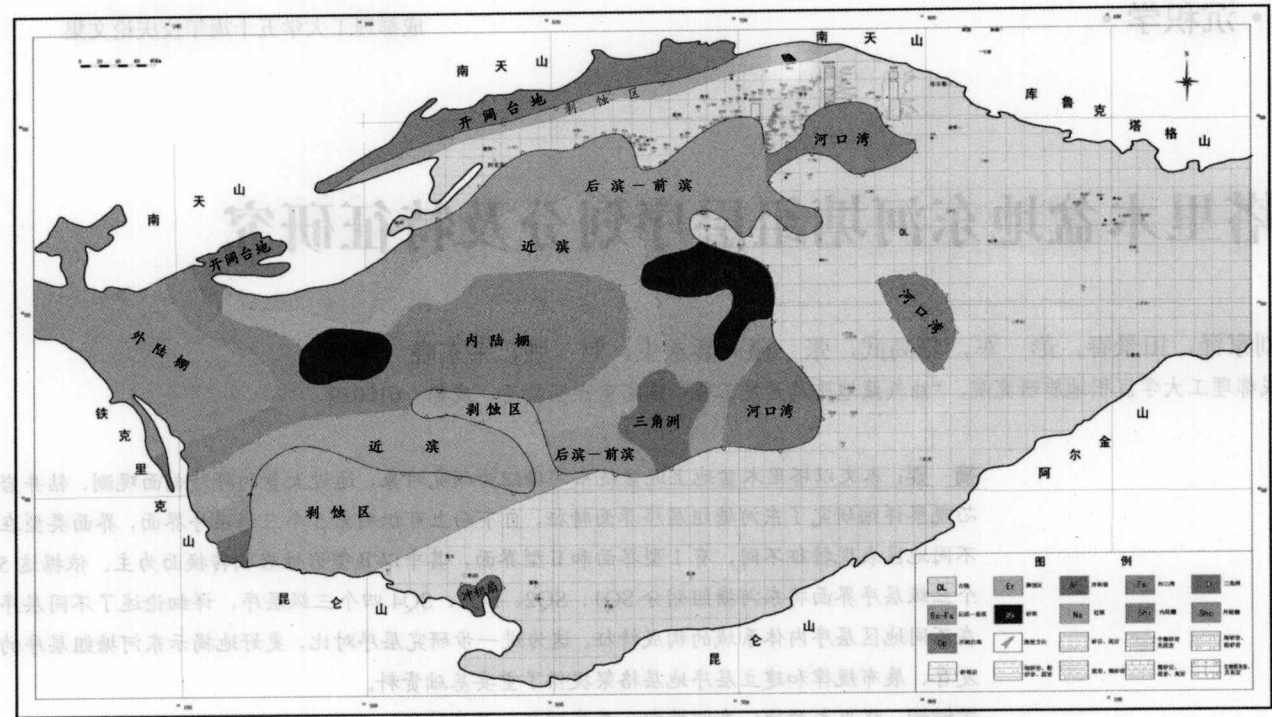


图1 塔里木盆地东河塘组沉积相平面图

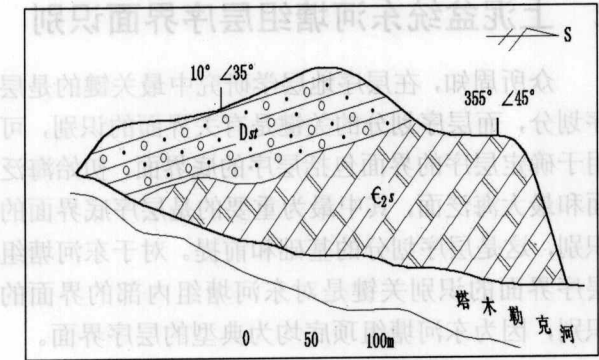


图2 上泥盆统SQ1层序与下伏中寒武统间的不整合(据周棣康, 1985)

反射界面(中石油)或 T_6^0 界面(中石化),表现为削切下伏地层的角度不整合面,向古隆起区超覆,对下伏地层具有明显的侵蚀和充填作用。

2.2 东河塘组下部三级层序底界面

该层序界面在研究区为一典型的岩性岩相转换面。以地层发育较完整、且沉积相带处于滨岸—陆棚过渡部位的胜利1井为例(图3),界面之下为滨岸相的细砂岩夹粉砂岩组成,而界面之上则为浅海陆棚相的泥岩夹粉砂岩组成。

2.3 东河塘组中部三级层序底界面

该层序界面在研究区仍表现为Ⅱ型的岩性岩

相转换面。同样以胜利1井为例(图3),界面之下为滨岸相的细砂岩夹粉砂岩组成,而界面之上则为浅海陆棚相的泥岩夹粉砂岩组成。

2.4 东河塘组上部三级层序界面

该层序底界面也表现为Ⅱ型的岩性岩相转换面,界面之下为前一层序HST的临滨相粉砂岩组成,而界面之上由浅水陆棚相褐色泥质粉砂岩夹粉砂岩组成另一层序的TST沉积。

2.5 东河塘组顶界面

东河塘组顶界面在不同地区表现特征不同,有的地区表现为Ⅰ型的侵蚀冲刷面(如在塔北—库车地层分区),有的地区则为岩性岩相转换面(在铁克力克地层分区)。

3 上泥盆统东河塘组层序划分

根据层序地层划分原理,参考前人对东河塘组层序地层研究成果^[10-13],依据上述层序界面将东河塘组层序划分为四个三级层序,即SQ1、SQ2、SQ3、SQ4(表1,图3)。从年代地层学讲,东河塘组沉积期所延续的地质时间为20Ma(375~355Ma),平均每个三级层序延续的地质时间为5Ma。

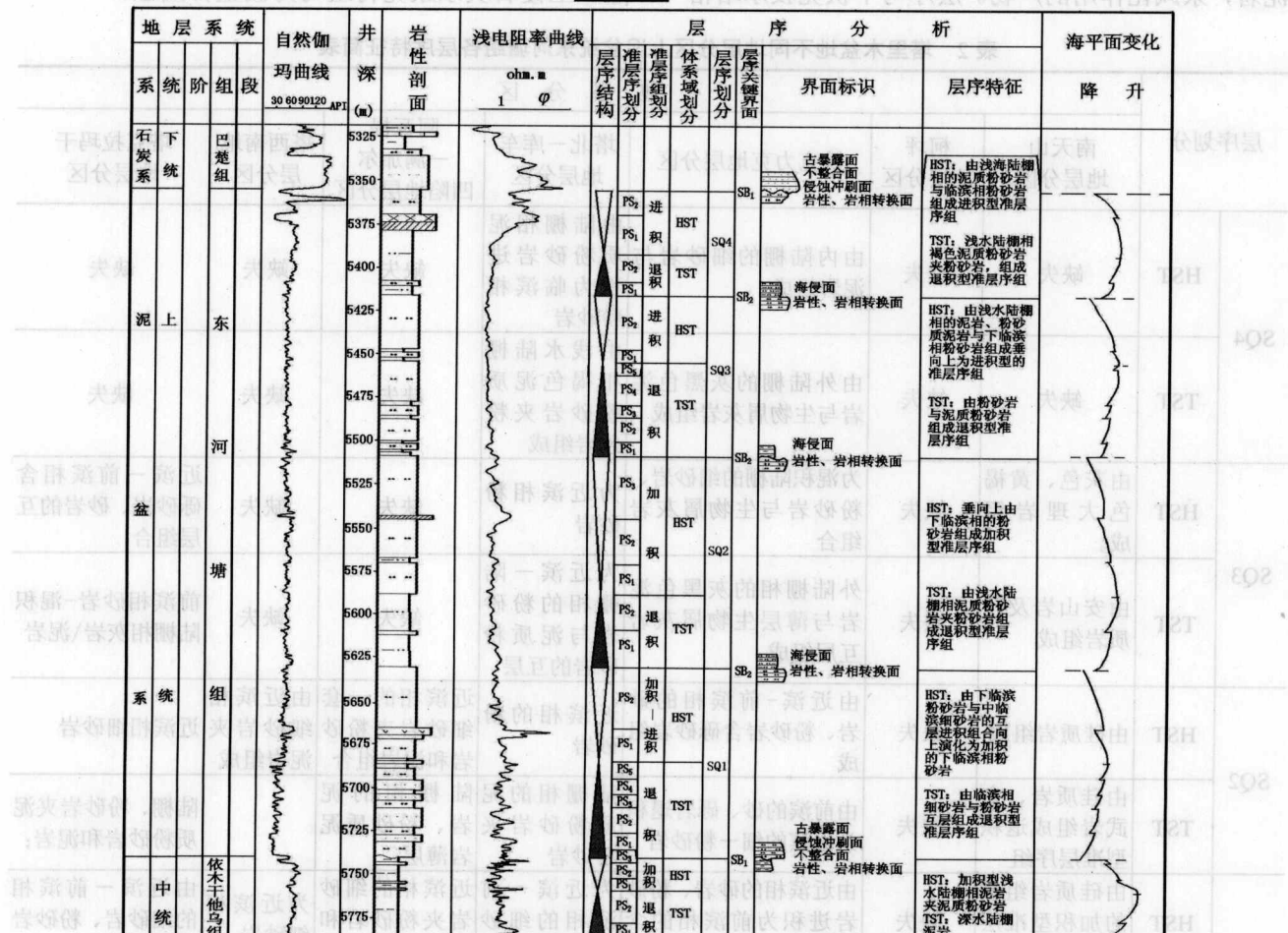


图3 塔里木盆地胜利1井东河塘组层序划分

表 1 塔里木盆地东河塘组层序划分

地 层 系 统					地质 年代 (Ma)	层序 划分	层序 平均 延时 (Ma)
系	统	组	地震 反射层	岩性段			
石炭系	下统	巴楚组		含砾砂 岩段	355		
泥盆系	上统	东河 塘组	Tg3	东河砂 岩段	375	SQ4	5.0
						SQ3	
	中、 下统	克孜 尔塔 格组	Tg4	红砂 岩段		SQ2	
						SQ1	
志留系	上统				425		

4 上泥盆统东河塘组各层序特征

4.1 SQ1 层序

该层序对应于东河塘组下部地层。在不同地区, 该层序的结构类型、保存程度、沉积物组成及顶界的性质各不一样(表2)。下面则按各地层分区

来阐述该层序的特征。

在南天山地层分区,与东河塘组相对应的地层为哈孜尔布拉克组,与下伏的中泥盆统整合接触。岩性复杂,东部以大量酸、中基性火山岩及火山碎屑岩分布为特征,厚度为 1389~2445m;西部主要为厚层、巨厚层块状灰岩及薄层灰岩为主,产腕足类化石。SQ1 层序位于哈孜尔布拉克组下部。以独库公路剖面为例,层序底界由于掩盖而不清, TST 由硅质岩、玄武岩组成退积型准层序组构成, HST 由硅质岩组成的加积型准层序组构成。层序结构不对称,以 TST 沉积厚度远大于 HST 沉积厚度为特征,层序顶界面为岩性岩相转换面。

在柯坪地层分区,该层序分布较局限,且沉积厚度普遍很薄,一方面是由于当时沉积厚度本身就薄,另一方面是由于后期的剥蚀作用,导致该层序沉积厚度变薄,甚至缺失。在柯坪县铁热立克阿瓦提露头剖面上,仅保留了2.4m,岩性为浅灰色薄层的细粒石英砂岩和粉砂岩,顶部为灰色的含粉砂质

泥岩，系风化作用的产物。层序与下伏克孜尔塔格组、上覆石炭系康克村组均为假整合接触。

表 2 塔里木盆地不同地层分区上泥盆统东河塘组各层序特征简表

层序划分		地 层 分 区						
		南天山 地层分区	柯坪 地层分区	铁克力克地层分区	塔北—库车 地层分区	阿瓦提— 满加尔 凹陷地层分区	塔西南地 层分区	塔克拉玛干 地层分区
SQ4	HST	缺失	缺失	由内陆棚的细砂岩与泥岩组成	由陆棚相泥质粉砂岩进积为临滨相粉砂岩	缺失	缺失	缺失
	TST	缺失	缺失	由外陆棚的灰黑色泥岩与生物屑灰岩组成	由浅水陆棚相褐色泥质粉砂岩夹粉砂岩组成	缺失	缺失	缺失
SQ3	HST	由灰色、黄褐色大理岩组成。	缺失	为混积陆棚的细砂岩、粉砂岩与生物屑灰岩组合	为近滨相粉砂岩	缺失	缺失	近滨—前滨相含砾砂岩、砂岩的互层组合
	TST	由安山岩及硅质岩组成	缺失	外陆棚相的灰黑色泥岩与薄层生物屑灰岩互层组成	为近滨—陆棚相的粉砂岩与泥质粉砂岩的互层	缺失	缺失	前滨相砂岩—混积陆棚相灰岩\泥岩
SQ2	HST	由硅质岩组成	缺失	由近滨—前滨相的砂岩、粉砂岩含砾砂岩组成	近滨相的粉砂岩	近滨相的一套细砂岩夹粉砂岩和泥岩组合	由近滨相细砂岩夹泥岩组成	近滨相细砂岩
	TST	由硅质岩、玄武岩组成退积型准层序组	缺失	由前滨的砂、砾岩退积为近滨的细—粉砂岩	陆棚相的泥质粉砂岩夹粉砂岩	陆棚相的泥岩、粉砂质泥岩薄层		陆棚、粉砂岩夹泥质粉砂岩和泥岩；
SQ1	HST	由硅质岩组成的加积型准层序组构成	缺失	由近滨相的砂岩、粉砂岩进积为前滨相的含砾砂岩	为近滨—前滨相的细砂岩、粉砂岩	近滨相的细砂岩夹粉砂岩和泥岩组合	为近滨相细砂岩	由近滨—前滨相的细砂岩、粉砂岩组成，
	TST	由硅质岩、玄武岩组成退积型准层序组	由细粒—粉砂石英砂岩	由前滨的砂、砾岩退积为近滨的细—粉砂岩	陆棚相的泥岩、粉砂质泥岩薄层	陆棚相的泥岩、粉砂质泥岩薄层	陆棚相泥岩、粉砂质泥岩	陆棚相薄层泥岩、粉砂质泥岩

在铁克力克地层分区，与东河塘组相对应的地层为考库亚组和奇自拉夫组，其中考库亚组对应东河组下部，奇自拉夫组对应东河塘组上部。东部地层小区，SQ1 层序缺失。西部地层小区，SQ1 层序发育，对应考库亚组下部。以英吉沙县卡拉巴西塔克剖面为例，该层序底界面没有出露，与下伏中泥盆统地层为断层接触，TST 由前滨的砂、砾岩退积为近滨的细—粉砂岩，HST 由近滨相的砂岩、粉砂岩进积为前滨相的含砾砂岩，顶界面表现为冲刷侵蚀面和岩性岩相转换面，与上覆层序为连续沉积。

在阿尔金地层分区，与东河组相对应的地层为哈尔扎组，多分布在中昆仑山祁漫塔格南、北缘，角度不整合于上奥陶统之上。岩性组合分为上下两段，上段为浅灰绿色凝灰岩，下段为浅灰绿色粉砂岩、粉砂质凝灰岩，底部为紫红色复成分砾岩。由于该区研究程度很低，推测 SQ1 层序在该区不发育。

在塔北—库车地层分区，由于库车坳陷中新生代厚度极大，还没有钻遇志留—泥盆系的钻孔，因此研究范围仅限于塔北隆起。根据目前所掌握的资料，英买力地层小区东河塘组分布零星，只有英买 31 井和胜利 1 井钻遇，以胜利 1 井为例，SQ1 层序发育；在轮南、轮台地层小区分布较广，在目前钻遇志留—泥盆系的 41 口钻井中有 30 口钻井钻遇东河塘组，SQ1 层序也广泛发育，如东河 20 井、东河 8 井、东河 1 井等。层序结构类型多样，有对称性的，如胜利 1 井、哈 4 井；有以 HST 发育为主的，如哈 1 井、东河 20 井，还有以 TST 发育为主甚至只发育 TST 的，如轮南 60 井和波 1 井。

在阿瓦提—满加尔凹陷地层分区，该层序普遍发育，在哈得 1、哈得 4、哈得 5、哈得 7、跃南 1、阿满 1、阿满 2、满 1、满 2、满西 1 及满西 2 等井区均有发育。层序底界面也为 I 型层序界面，覆盖

于不同时代的下伏地层之上,如阿满2井、跃南1井SQ1层序盖于克孜尔塔格组之上,满2井、满1井、哈得1井、哈得5井盖于塔塔埃尔塔格组之上,满西2井SQ1层序盖于依木干他乌组之上。层序的岩性岩相组成基本上为近滨相的一套细砂岩夹粉砂岩和泥岩组合,底部有时发育砂砾岩,如阿满2井。层序顶界面即有I型层序界面,如阿满2井、满1井、哈得5井、满西2井,界面之上为巴楚组的下泥岩段,也有II型的岩性岩相转换面,与上覆层序连续沉积,如满2井、哈得1井、跃南1井等。层序的结构类型也多样,有TST、HST均发育的,如阿满2井;有只发育HST的,如满2井;还有只发育TST的,如满西2井等。

在塔西南地层分区, SQ1层序主要发育于该分区的西部,大约以群4井与玛参1井中线为界,以东被剥蚀,西部的曲1、群4、伽1井钻遇该层序。层序底界面为I型层序界面,与下伏克孜尔塔格组地层呈假整合接触,表现为岩性岩相转换面、侵蚀冲刷面、地层缺失面。顶界面为II型的岩性岩相转换面,与上覆层序连续沉积。层序岩性组成为近滨相细砂岩夹陆棚相泥岩、粉砂质泥岩。层序发育完整、不对称,以TST发育为主。

在塔中地层分区的巴楚地层小区,该层序广泛发育。层序底界面为I型界面,在不同井区可分别覆盖在克孜尔塔格组、依木干他乌组或塔塔埃尔塔格组地层之上,与下伏地层呈角度不整合或假整合接触。在巴楚小海子露头剖面上,不整合面之上发育长石风化后的白色高岭土层,分布广泛,在横向剖面上能追踪10多米,可视为一古土壤层。另外该界面在其他地区还可表现为侵蚀冲刷面、岩性岩相转换面、地层缺失面等。顶界面有I型层序界面,这是由于后期的剥蚀作用将上覆的层序剥蚀掉,导致该层序直接与石炭系巴楚组的含砾砂岩段或下泥岩段相接触;也有II型层序界面,与上覆层序连续沉积。层序主要由近滨—前滨相的细砂岩、粉砂岩组成,夹少量薄层泥岩、粉砂质泥岩。层序结构类型多样,以TST、HST均有发育为主,也有只保留TST的,如方1井,而巴5井却只发育HST。在塔中、塔东地层小区,该层序相当发育,但是由于受沉积期古地形的控制和沉积后的剥蚀作用,该层序的厚度和结构类型在不同井区差异较大。但层序的顶、底界面性质、岩性岩相组成总体上与巴楚

地层小区大体一致。在塘古孜巴斯地层小区, SQ1层序在该区西部发育,东部缺失。层序的底界面仍为I型界面,在地震剖面上出现沟道充填反射特点,下切河谷的存在表明在该区东河砂岩沉积前广泛发育陆上侵蚀作用,顶界面在塘参1井区为II型界面,在塘北2井区为I型界面。层序的岩性岩相组成、结构类型在塘参1井区、塘北2井区差异较大。塘参1井区层序特征同塔中地层小区,而在塘北2井区为三角洲沉积体系;层序结构由LST、TST、HST组成, LST为一套灰褐色泥岩,系古风化壳产物, TST由水下分流河道—分流间湾的砂岩、细砂岩、泥岩组成退积型准层序组构成, HST为加积型河口坝细砂岩;层序以TST发育为主。

4.2 SQ2层序

该层序对应于东河塘组中下部。与SQ1层序相比,其分布范围明显缩小,这主要是由于后期的剥蚀缺失所致。在柯坪地层分区,该层序缺失。在其他地层分区,东河塘组厚度较薄的井区基本上不发育该层序或者只发育TST沉积(表2)。

在南天山地层分区, SQ2层序位于哈孜尔布拉克组中部,层序与上、下地层为连续沉积,界面性质为II型。层序的岩性岩相组成特征、结构特征同SQ1。

在铁克力克地层分区的东部, SQ2层序仍然缺失。在西部该层序对应库亚组上部,仍以英吉沙县卡拉巴西塔克剖面为例,层序顶、底界面为II型的岩性岩相转换面,与上、下层序均为连续沉积,层序的岩性、岩相组成与SQ1相同。

在塔北—库车地层分区的英买力地层小区, SQ2的分布范围同SQ1。以胜利1井剖面为例,该层序顶、底界面均为II型的海侵面、岩性岩相转换面,与上、下层序为连续沉积;层序TST为浅水陆棚相的泥质粉砂岩夹粉砂岩, HST为近滨相的粉砂岩;层序结构不对称,以HST发育为主。在轮南、轮台地层小区, SQ2的分布范围缩小,如哈4井、波1井、轮南60井区该层序已剥蚀缺失。而在哈1、东河20、东河8、东河1等井区仍然发育。其中哈1井、东河1井剖面上层序只发育TST的粉砂岩、细砂岩沉积,顶界面为I型界面,上覆石炭系巴楚组含砾砂岩段地层,底界面为II型层序界面。而在东河20、东河8等井区该层序与上、下地层均为连续沉积,岩性为近滨—前滨相细砂岩、粉砂岩夹泥质粉砂岩、泥岩,层序结构多不对称,以HST发

育为主。

在阿瓦提—满加尔凹陷地层分区，SQ2 的分布范围也缩小，在阿满 2、满 1、满 2、哈得 5、满西 2 井区，该层序已缺失。哈得 1 井、跃南 1 井层序发育完整，不对称，以 HST 为主，岩性组合同 SQ1。底界面为 II 型界面，与下伏层序连续沉积；顶界面为 I 型界面，层序上覆石炭系巴楚组含砾砂岩段。

在塔西南地层分区，SQ2 分布范围同 SQ1。层序底界面为 II 型层序，顶界面为 I 型层序，上覆石炭系巴楚组下泥岩段地层。层序岩性由近滨相细砂岩夹泥岩组成，层序结构完整，不对称，以 HST 发育为主，如伽 1 井；也有的层序只保留 TST 沉积，HST 缺失，如群 4 井。

在塔中地层分区的巴楚地层小区，SQ2 的分布范围明显缩小，方 1 井、康 2 井、古董 3 井、和 4 井、巴 5 井区均已缺失。在皮 1、康 1 井区也只发育一部分 TST 沉积，岩性组合为近滨相细砂岩夹粉砂岩，HST 沉积已缺失；层序顶界为 I 型界面，上覆石炭系巴楚组生屑灰岩段（皮 1 井）和下泥岩段（康 1 井），底界为 II 型界面，与下伏 SQ1 层序连续沉积。巴东 4 井剖面上，层序发育完整，岩性组合为陆棚—近滨相细砂岩、粉砂岩夹泥质粉砂岩和泥岩；层序结构不对称，以 TST 发育为主，顶、底界面性质同康 1 井剖面。在塔中地层小区，中 1、塔中 44、塔中 45、塔中 49、塔中 54、塔中 61、塔中 451、巴东 2 等井区该层序已缺失，在塔中 4、塔中 12、塔中 37、塔中 162 以及塔中 10、塔中 11 等井区该层序发育，相对于 SQ1 来说，分布范围已大大缩小。层序的底界面均为 II 型界面，顶界面均为 I 型界面，上覆石炭系巴楚组含砾砂岩段地层；层序岩性组合为近滨—前滨相含砾细砂岩、细砂岩夹粉砂岩和泥质粉砂岩，塔中 37 井还夹有少量陆棚相泥岩和粉砂质泥岩。层序结构以完整为主，即有对称性的，如塔中 37 井、塔中 4 井；也有以 HST 发育为主的，如塔中 12 井；还有以 TST 发育为主的，如塔中 162 井、塔中 10 井和塔中 11 井只保留 TST 初期沉积的一部分，其余部分和 HST 沉积已遭受剥蚀缺失。塔东地层小区该层序已缺失。塘古孜巴斯地层小区该层序还较普遍发育。在塘参 1 井和塘北 2 井剖面上该层序均发育。在塘参 1 井剖面上，层序为一套近滨相细砂岩夹泥岩组合；层序顶、底界面均为 II 型的岩性岩相转换面，与上下层序为

连续沉积；层序结构不对称，以 HST 发育为主。

在塘北 2 井剖面上，层序为一套三角洲体系的砂泥岩组合；层序底界面表现为 II 型的冲刷面，顶界面为 I 型层序界面，上覆地层为石炭系巴楚组下砂泥岩段；层序结构不对称，以 HST 发育为主。

4.3 SQ3 层序

该层序对应于东河塘组中上部地层，由于受后期的剥蚀缺失，层序的分布范围非常有限（表 2）。在柯坪、塔西南、阿瓦提—满加尔凹陷等地层分区以及塔中、塔东、巴楚地层小区该层序已基本缺失，在塔北—库车地层分区、塘古孜巴斯地层小区以及盆地周缘的南天山、铁克力克等地层分区还有该层序和与之相当的地层发育。

在南天山地层分区，该层序位于哈孜尔布拉克组上部。以独库公路剖面为例，为 II 型层序，底界面为岩性岩相转换面，与下伏层序连续沉积；顶界面为不整合界面，上覆二叠系下统地层。层序 TST 由安山岩及硅质岩组成，HST 由灰色、黄褐色大理岩组成。层序结构不对称，以 HST 发育为主。

在铁克力克地层分区，该层序对应于奇自拉夫组下部。在东、西部地层小区，该层序均发育。在西部小区，以英吉沙县卡拉巴西塔克剖面为例，该层序 TST 为外陆棚相的灰黑色泥岩与薄层生物屑灰岩互层组成，HST 为混积陆棚的细砂岩、粉砂岩与生物屑灰岩组合；层序与上覆、下伏地层连续沉积，顶、底界面表现为 II 型的岩性岩相转换面、海侵面；层序结构近于对称。东部小区以洛甫县羊达克勒克北泥盆系 9 号剖面为例，该层序底界面没有出露，推测为 I 型层序界面，层序岩性岩相为冲积扇体系的砂砾岩组合，顶界面表现为 II 型的岩性岩相转换面。

在塔北—库车地层分区，SQ3 层序的分布范围已大大缩小。在英买力地层小区，以目前已有的资料来看，仅胜利 1 井区还有分布，层序顶、底界面均为 II 型的岩性岩相转换面、海侵面；TST 为近滨—陆棚相的粉砂岩与泥质粉砂岩的互层，HST 为近滨相粉砂岩；层序结构近于对称。在轮南、轮台地层小区，钻遇该层序的井有东河 20 井、东河 8 井。层序均由近滨—前滨相细砂岩夹少量粉砂岩和薄层泥岩；底界面均为 II 型界面，与下伏层序为连续沉积；东河 8 井顶界面为 I 型层序界面，上覆石炭系下统巴楚组含砾砂岩段地层。层序结构近于对称或以 TST 沉积为主。

在塘古孜巴斯地层小区,目前仅有塘参1井钻遇SQ3层序。底与下伏层序连续沉积,界面表现为岩性岩相转换面,顶界面为I型层序界面,上覆石炭系下统巴楚组含砾砂岩段地层。层序岩性组合为一套近滨—前滨相含砾砂岩、砂岩的互层组合,凝缩段沉积为一套薄层灰岩。层序结构不对称,以TST发育为主。

4.4 SQ4层序

该层序对应于东河塘组上部地层,层序的分布范围同SQ3相比,又有明显的缩小,目前仅在塔北—库车地层分区,以及铁克力克地层分区还有部分钻井钻遇该层序(表2)。

在铁克力克地层分区,该层序对应奇自拉夫组上部。在东部、西部地层小区,都发育该层序。在西部小区,以英吉沙县卡拉巴西塔克剖面为例,TST由外陆棚的灰黑色泥岩与生物屑灰岩组成,HST由内陆棚的细砂岩与泥岩组成。层序底界面为II型的岩性岩相转换面,顶界面为冲刷侵蚀面,岩性岩相转换面,上覆石炭系下统卡拉西巴塔克组。层序结构不对称,以TST发育为主。东部小区以洛甫县羊达克勒克北泥盆系9号剖面为例,层序岩性岩相组合特征同SQ3一样,仍为一套冲积扇体系的砂砾岩组合,底界面为II型的岩性岩相转换面,顶界面没有出露。

在塔北—库车地层分区,钻遇该层序的井目前仅有英买力地层小区的胜利1井和轮南地层小区的东河20井。胜利1井剖面上,该层序TST由浅水陆棚相褐色泥质粉砂岩夹粉砂岩组成,HST由陆棚相泥质粉砂岩进积为临滨相粉砂岩;层序底界面为II型岩性岩相界面,顶界面为I型界面,上覆石炭系下统巴楚组地层;层序结构不对称,以HST发育为主。东河20井剖面上,层序由一套前滨相细砂岩组成,底界面为II型的层序结构转换面,与下伏东河砂岩连续沉积;顶界面为I型的侵蚀冲刷面和岩性岩相转换面,上覆石炭系巴楚组含砾砂岩段地层。层序结构不对称,以HST发育为主。

5 结论

(1) 通过大量的野外剖面观测、钻井岩芯观察详细研究了东河塘组层序界面特征,自下而上可识别出5个三级层序界面,界面类型在不同地区表现特征不同,有I型界面和II型界面,其中以II型岩性岩相转换面为主。

(2) 依据这5个三级层序界面将东河塘组划分SQ1、SQ2、SQ3、SQ4四个三级层序。

(3) 详细论述了不同层序在不同地区层序内体系域的构成特征。其中SQ3、SQ4层序在多数地层分区发育不完整或不发育,这是由于当时的古地理背景或后期构造抬升剥蚀造成的。

参考文献:

1. 曾学鲁, 聂伟等. 塔里木盆地北部古生代层序地层. 北京: 地质出版社, Vol.3.No.2, 1996.
2. 曾学鲁, 聂伟等. 塔里木盆地石油地质文集. 北京: 地质出版社, 1996.
3. 康玉柱. 中国新疆地区油气地质特征及资源评价. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 2001.
4. 蒋炳南, 康玉柱. 乌鲁木齐: 新疆塔里木盆地油气分布规律及勘探靶区评价研究. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 2001.
5. 陈发景, 汪新文, 张光亚等. 新疆塔里木盆地北部构造演化与油气关系. 北京: 地质出版社, 1996.
6. 顾家裕主编. 塔里木盆地沉积层序特征及其演化. 北京: 石油工业出版社, 1995.
7. 顾家裕. 塔里木盆地沉积层序特征及演化. 北京: 石油工业出版社, 1996.
8. 周志毅等. 1998, 塔里木盆地各纪地层. 北京: 科学出版社.
9. 顾家裕等. 1994, 沉积相与油气. 塔里木盆地油气勘探丛书. 北京: 石油工业出版社.
10. 贾承造, 姚慧君, 高杰等. 塔里木盆地地层系统. 塔里木盆地油气勘探论文集. 童晓光, 梁狄刚主编. 乌鲁木齐新疆科技卫生出版. 1992. 34~63 页.
11. 张师本, 高琴琴, 陈钦保等. 塔里木盆地西北缘志留—泥盆纪地层研究新进展, 塔里木盆地石油地质研究新进展. 北京: 科学出版社, 1996. 54~66.
12. 邹义声. 塔北隆起井下巴楚组及东河砂岩段的时代. 乌鲁木齐: 新疆石油地质, 17(4): 358~363.
13. 廖卫华. 论东河塘组的时代. 新疆地质, 1995. 13(3): 195~201.

低水位体系域的物质表现形式

——以中国南方海相震旦系一中三叠统为例

田景春, 陈洪德, 张翔, 聂永生, 夏青松, 赵强

成都理工大学“油气藏地质及开发工程”国家重点实验室, 成都 610059

摘要: 在层序地层学研究中关键是层序划分, 而层序划分的关键是对层序内体系域构成的识别。而体系域的构成与生、储、盖密切相关, 其中低水位体系域是油气聚集最为有利的场所。因此, 系统研究低水位体系域的特征特别是研究低水位体系域的物质构成对于识别低水位体系域, 进而认识层序中的生、储、盖及其组合具有重要的意义。本文以中国南方海相震旦系一中三叠统为例, 在大量野外剖面详细观测的基础上, 识别出低水位体系域的物质表现形式有 6 种类型, 它们分别是: 风化残积层、渣状层、河床滞留砾岩、岩溶角砾岩、斜坡重力流沉积和盆地内浊积岩。上述不同类型的低水位体系域物质构成虽然为不同沉积环境的产物, 但均代表了全球性相对海平面达到最低位置的产物。

关键词: 低水位体系域; 特征; 震旦系一中三叠统; 南方

1 前言

层序地层学理论自提出以来, 改变了分析世界地层记录的基本原则, 打开了了解地球历史的新阶段(P. R. Vail, 1991)^[1]。合理的运用层序地层学理论, 有助于预测生、储、盖及其组合, 更好的了解油气生成、运移和聚集的规律, 更好地确定有经济价值的圈闭, 发现新的油气储集体和新的成藏组合。所以, 系统研究层序地层中的生、储、盖特征不仅具有理论意义, 而且具有重要的实际价值。而层序地层中的生、储、盖与层序中的体系域构成密切相关, 其中低水位体系域是油气聚集最为有利的储集体。因此, 系统研究低水位体系域的特征特别是研究低水位体系域的物质构成对于识别低水位体系域, 进而认识层序中的生、储、盖及其组合具有重要的意义。为此, 本文在前人众多研究成果的基础上^[2, 3], 以中国南方海相震旦系一中三叠统为例讨论低水位体系域的物质表现形式。

2 低水位体系域的含义和基本特征

众所周知, 每一个层序都有三个体系域所组

成, 即 I 型层序的低水位体系域(LST)、海侵体系域(TST)和高位体系域(HST)和 II 型层序的陆架边缘体系域(SMST)、海侵体系域(TST)和高位体系域(HST)。其中位于 I 型界面之上的低水位沉积体系域是在相对海平面下降(全球海平面快速下降速率大于沉积滨线坡折下沉速率)以及其后的缓慢上升期形成的、以 I 型不整合为底界初始海泛面为顶界的一套沉积。

如果低水位体系域沉积在一个有不连续陆棚边缘的盆地内, 通常能分为早期低水位扇(或盆地扇)以及其后的低水位楔两个不同时期的组成部分。早期低水位扇是沉积物通过活动的陆棚深切谷越过陆棚堆积而成的, 沉积作用受海底扇支配。其后的低水位楔以粒度更细的楔形斜坡沉积为主。人们用不同的名称描述它们, 如斜坡扇、斜坡前缘沉积、楔、锥和海底扇(Mitchum, 1985)^[4], 并且还包含了同期的深切谷充填物式的陆棚沉积体系。

如果低水位体系域沉积在连续的缓坡边缘, 则由早晚两部分的楔所组成。由于海平面相对下降,

作者简介: 田景春(1963-), 男, 教授、博士生导师, 主要从事储层沉积学、层序地层学、沉积地球化学、岩相古地理研究, E-mail: tjc@cdut.edu.cn