

献给中国西部大开发
中国西部油气地质进展丛书

中国西部油气地质

WEST CHINA PETROLEUM GEOSCIENCES



2006 **4**

ISBN 7-5021-5850-2



9 787502 158507 >

中国石化西部新区勘探指挥部
中国石化石油勘探开发研究院西部分院 主办
中国地质学会石油地质专业委员会
石油工业出版社 出版

封面题字:刘光鼎院士

责任编辑:庞奇伟 高长林 叶留生 陈昕华

封面设计:赵焕玲

责任校对:王 颜

中国西部油气地质

ZHONGGUO XIBU YOUQI DIZHI

2006年 第2卷 第4辑

WEST CHINA PETROLEUM GEOSCIENCES

Vol. 2, No. 4, 2006

主 办: 中国石化西部新区勘探指挥部

中国石化石油勘探开发研究院西部分院

中国地质学会石油地质专业委员会

编 辑:《中国西部油气地质》编辑部

地 址:新疆乌鲁木齐高新区钻石城 11 号银通大厦 2 楼

中国石化石油勘探开发研究院西部分院

邮政编码:830011

电 话:(0991)3673025

传 真:(0991)3673020

E-mail:zgxyqdz@xbxq.com, xbyd@chinajournal.net.cn

zgxyq@sina.com, zgxyq@xj163.cn

出版发行:石油工业出版社

书 号:ISBN 7-5021-5850-2/TE·4415

承 印:乌鲁木齐网典方正多媒体制作有限公司

Sponsored by West Petroleum Exploration Headquarter, SINOPEC;

West Branch, Research Institute of Petroleum

Exploration and Production, SINOPEC;

Petroleum Geological Committee of the Geological Society of China

Edited by WEST CHINA PETROLEUM GEOSCIENCES Editorial Board

Address: No. 11 Zuan-Shi City, Gao-Xin District, Urumqi, Xinjiang

Post Code: 830011

Phone: (0991) 3673025

Fax: (0991) 3673020

E-mail: zgxyqdz@xbxq.com, xbyd@chinajournal.net.cn

zgxyq@sina.com, zgxyq@xj163.cn

Published and Distributed by Petroleum Industry Press

ISBN 7-5021-5850-2/TE·4415

Printed by Urumqi Wangdian Fangzheng Multimedia Factory Co., Ltd.

定价:20.00 元

2006:4

编者的话

石油是国民经济的血液,油气是国家重要的战略资源。2005年6月16日至19日,中共中央政治局委员、国务院副总理曾培炎在新疆考察期间指出:“……今后5至10年,要坚定不移地贯彻‘稳定东部,发展西部’的油气发展方针,努力把新疆建设成全国最大的油气生产基地和西部重要的石油化工基地。”曾副总理提出:“……大力推进油气勘探科技创新。新疆地质条件复杂,勘探开发难度大。中石化、中石油两大公司要认真总结经验,积极探索,加大科研力度,力争在找油理论和勘探技术上取得新的突破。”为进一步加强我国西部油气勘探开发科技成果的交流,进一步加速西部科技成果在生产上的转化应用,进一步快速提供我国西部油气勘探开发科技信息,特编辑《中国西部油气地质》系列文集,拟每年定期组织4辑,由石油工业出版社出版。所刊论文,主要是生产、科研人员近年来在油气地质勘探开发生产、科研中的最新成果。本系列文集要旨:面向西部勘探实践,展示各界优秀成果,瞄准油气学科前沿,搭建学术争鸣平台,为我国西部大开发作贡献。

图书在版编目(CIP)数据

中国西部油气地质. 2006. 第4辑 / 李丕龙主编.

北京: 石油工业出版社, 2006. 12

(中国西部油气地质进展丛书)

ISBN 7-5021-5850-2

I. 中…

II. 李…

III. ①石油天然气地质-研究-西北地区

②石油天然气地质-研究-西南地区

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 145680 号

《中国西部油气地质》编委会

主 编：李丕龙

副主编：冯建辉 何治亮 翟晓先 赵殿栋

武恒志 宋国奇 高长林(常务)

编 委：(按姓氏笔画排序)

王 华	王生朗	王炳章	王离迟	冯建辉	刘文汇
刘传虎	李丕龙	宋国奇	牟泽辉	何治亮	陈 祥
陈文礼	陈惠超	张传林	张洪安	张柏桥	张昌明
张哨楠	吴金才	段昆荣	庞雄奇	郑和荣	武恒志
侯建国	赵殿栋	郝 芳	柳益群	查 明	郭 建
俞仁连	钱一雄	顾 忆	秦顺亭	阎相宾	黄太柱
康玉柱	翟晓先	蔡立国	漆立新	樊太亮	冀登武

《中国西部油气地质》编辑部

主 任：高长林

编 辑：陈昕华 叶留生

【基础地质】

中国西部新特提斯洋与构造变格及盆地	高长林 吉让寿 黄泽光(355)
河西走廊及邻区岩石圈深部信息与油气关系讨论	范小林 罗开平(362)

【油气地质】

中国中西部前陆盆地油气分布规律	李宏义 姜振学 林世国 宋子学 黄小龙(368)
淮南前陆冲断带前缘外围带特征及含油气性	孙自明(374)
库车坳陷亚肯背斜带天然气勘探前景	李 铁(379)
沉积盆地流体势的研究	达 江 宋 岩 陈开远 赵孟军 傅国友(385)
不整合面上下部的储盖组合——塔里木盆地油气成藏的关键因素	李洪铎 艾华国(390)
克拉玛依油田七中、东区克拉玛依组油藏构造特征研究	宋子齐 王 宏 伊军锋 霍 威 潘 艇 陈鲲鹏(396)
白云岩成因分类的研究现状及相关发展趋势	韩 林(400)
卡塔克隆起卡1南三维区Ⅱ号背冲断裂带勘探目标分析	龙大全 邹森林(407)
川西洛带气田遂宁组气藏储层特征	罗啸泉 卜 洵(411)
永进地区古水流方向及储层追踪	李保华 王芙蓉 卢颖忠(416)
溶洞地震波“串珠状”形成机理及识别方法	胡中平(423)
基于测井资料的层序地层划分方法研究	张元福 李洪奇(427)

【技术方法】

FMI 成像测井资料在塔中卡1区块的应用	张宇晓(432)
声波曲线重构技术在地震反演中的应用	沈向存 杨江峰(436)
准噶尔盆地 W_X 断裂带三维地震资料连片处理效果分析	张 科 王永刚 高 磊 黄立良(440)
中国石化西部新区油气层识别的初步认识	卢颖奇 卢颖忠(445)
浅析测试过程中的高表皮系数——以排 X 井为例	陈 政(449)

【油气田开发】

基于 BP 神经网络的压裂施工参数优化方法	姚广聚 彭红利 肖 倩 吴 岚(454)
重复压裂技术研究	陈远林 郭建春(457)
疏松砂岩油藏套损机理研究	王学忠(461)
总目次	(466)
封面图片 呼图壁河喀拉扎城墙砾岩	孙自明 摄

WEST CHINA PETROLEUM GEOSCIENCES

Vol. 2, No. 4, 2006

CONTENTS

【General Geology】

Relationship Among the Neo-Tethys and Tectonic Diktyogenises and Basin in West China

..... Gao Chang-lin, Ji Rang-shou, Huang Ze-guang(355)

The Petroleum Geology and Deep Information of Lithosphere in the Hexizoulang Region and its Surroundings

..... Fan Xiao-lin, Luo Kai-ping(362)

【Oil and Gas Geology】

The Distribution Rules of Oil and Gas in the Foreland Basins of Central-Western China

..... Li Hong-yi, Jiang Zhen-xue, Lin Shi-guo, Song Zi-xue, Huang Xiao-long(368)

The Frontal Periphery Anticlinal Belt and its Significance for Hydrocarbon Exploration in the Foreland Thrust Belt of Southern

Margin of Junggar Basin Sun Zi-ming(374)

Natural Gas Prospecting Foreground In Yaken Anticline Zone, Kuqa Depression Li Tie(378)

Study of Fluid Potential in Sedimentary Basin

..... Da Jiang, Song Yan, Chen Kai-yuan, Zhao Meng-jun, Fu Guo-you(385)

The Reservoirs and Seals Below and Above the Unconformity Surfaces: The Key Factor for Hydrocarbon Accumulation

in the Tarim Basin Li Hong-duo, Ai Hua-guo(390)

The Research of Reservoir Tectonic Feature of Karamay Group in Qizhong and Qidong Area in Karamay Oilfield

..... Song Zi-qi, Wang Hong, Yi Jun-feng, Huo Wei, Pan Ting, Chen Kun-Peng(396)

Study Actuality and Trend on Classification of Dolomite Origin Han Lin(400)

Exploration Target Analysis of Back Thrusting Fault Zone in the 3D Seismic Area of Southern Block Ka-1, Katake Uplift

..... Long Da-quan, Zou Sen-lin(407)

The Reservoir Characteristics of Suining Formation Gas Pool in Luodai Gas Field in the Western Sichuan Depression

..... Luo Xiao-quan, Pu Tao(411)

Paleocurrent Study and Reservoir Tracing in Yongjin Area Li Bao-hua, Wang Fu-rong, Lu Ying-zhong(416)

Mechanism and Distinction Method for the Seismic "String Beads" Characteristic Hu Zhong-ping(423)

Automatic Demarcating Methods of Sequence Stratigraphy Units Base on Log Data Zhang Yuan-fu, Li Hong-qi(427)

【Technology】

Application of FMI Imaging Logging Data in Block Ka-1 of the Central Tarim Basin Zhang Yu-xiao(432)

The Application of the Reconstructed Characteristic Curve of Reservoir in the Inversion ... Shen Xiang-cun, Yang Jiang-feng(436)

Effectiveness Analysis of 3D Seismic Data-Processing at W_X Fault Zone of Junggar Basin

..... Zhang Ke, Wang Yong-gang, Gao Lei, Huang Li-liang(440)

Primary Understanding on the Recognition of Oil and Gas Reservoirs in the West Frontier of SINOPEC

..... Lu Ying-qi, Lu Ying-zhong(445)

Primary Analysis of High Skin Factor During Well Testing: An Example of Well P-x Chen Zheng(449)

【Oil and Gas Development】

Optimizing Fracturing Parameter by BP Neural Network Yao Guang-ju, Peng Hong-li, Xiao Qian, Wu Lan(454)

Study of the Multiple Fracturing Techique Chen Yuan-lin, Guo Jian-chun(457)

Mechanism of Casing Pipe Damage in Loose Sandstone Reservoirs Wang Xue-zhong(461)

Overall Contents in 2006 (466)

文章编号:5021-5850(2006)04-0355-07

中国西部新特提斯洋与构造变格及盆地

高长林,吉让寿,黄泽光

(中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所,江苏 无锡 214151)

摘要:中国西部新特提斯洋由班公湖—怒江小洋盆和雅鲁藏布江主洋盆及其间的拉萨小陆块组成。雅鲁藏布江主洋盆演化可分为4个阶段:(1)裂谷起始阶段(P_2);(2)扩张阶段(T_1-J_{2-3}),拉萨陆块向北漂移,班公湖—怒江洋($J_{2-3}-K_1$)自东而西封闭,拉萨地块拼合到亚洲陆块上;(3)俯冲阶段(K_1-E_2),雅鲁藏布江主洋盆急剧向北俯冲,形成冈底斯陆缘火山弧和日喀则弧前复理石堆积。喜马拉雅地区由被动边缘沉积(K_{2-3})向局部残留的台型浅海沉积过渡(E_1-E_2);(4)碰撞阶段(E_2-Q),从始新世晚期起,印度陆块与亚洲大陆碰撞。

对应于新特提斯洋的演化,中国西部中生代发生3期构造变格,分别形成陆缘和陆内2大序列盆地。(1)构造变格第1期(T_3-K_1):被动陆缘(唐古拉)及台内拗陷(昌都—思茅)形成(T_3-J_2);位于陆内的塔里木、准噶尔两侧产生陆内前陆盆地;(2)构造变格第2期(K_2-E):由于印度板块的碰撞,而持续发育陆内盆地;(3)构造变格第3期(E_3-N):由于印度大陆的楔入,青藏高原强烈隆升,西部山前形成山前拗陷。

关键词:中国西部;特提斯;构造变格;陆内前陆盆地;山前拗陷

中图分类号:TE121

文献标识码:A



中国西南部新特提斯洋由班公湖—怒江小洋盆和雅鲁藏布江主洋盆及其间的拉萨小陆块组成^[1-3]。特提斯洋的形成演化影响中国中西部中生代陆内前陆盆地和拉分盆地形成演化^[4-6](图1)。

1 新特提斯洋的形成和演化

在西藏—滇西南存在的两条巨大的蛇绿带:班公湖—怒江蛇绿岩带和印度河—雅鲁藏布江蛇绿岩带。印度河—雅鲁藏布蛇绿岩带及其代表的洋盆的时代应介于三叠纪—中白垩世。古地磁资料表明洋盆规模不会小于2 000 km,因而是新特提斯的主洋盆。晚侏罗世—早白垩世,它分隔了南、北两大生物区,也证明了这一点^[7-8]。

新特提斯洋的打开与古特提斯洋盆向北俯冲、敛

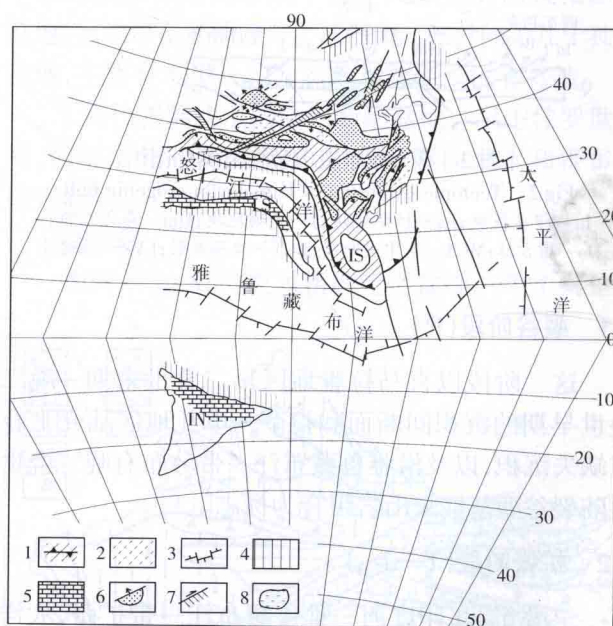


图1 三叠纪末—早侏罗世中国及邻区构造—盆地略图

Fig.1 Sketch map showing the tectonics and basins in China and its surrounding areas during the Late Triassic–Early Jurassic
1—造山带及主要缝合带;2—挤压带;3—扩张洋盆;4—被动边缘;
5—台地;6—前陆盆地;7—走滑盆地;8—拗陷;
IS—印支微陆块;IN—印度陆块;LS—拉萨地块

收稿日期:2005-11-21

基金项目:中国石化科技开发项目“含油气盆地动态分析”(P01025)

第一作者简介:高长林(1945-),男,教授级高级工程师,从事构造地球化学和盆地分析研究工作。

地址:(214151)江苏省无锡市惠钱路210号,电话:0510-83210591,E-mail:gaocl@mail.wuxisuo.com

合几乎同步,是冈瓦纳一侧离散运动的结果。它经中间陆链向北漂移及印度河—雅鲁藏布江进一步扩张、消减等充分演化,导致欧亚陆块依次碰撞增生,其时限从晚二叠世早期至今,历时2亿多年。两条蛇绿岩带分别代表新特提斯中的主洋盆和次洋盆的遗迹,新特提斯演化可划分为以下5个阶段(图2)^[2]。

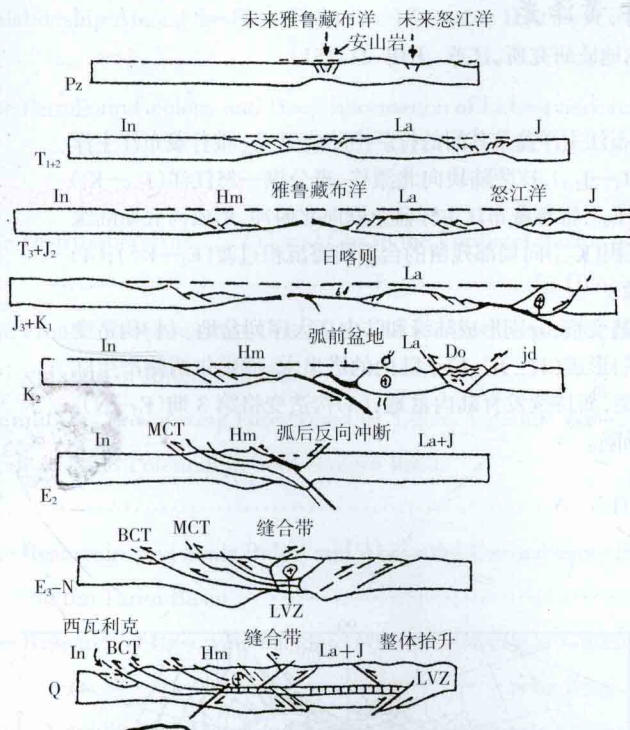


图2 喜马拉雅造山带构造演化图^[2]

Fig.2 Tectonic evolution of Himalayan orogenic belt

In—印支板块;La—拉萨地块;J—羌塘地块;Hm—喜马拉雅;
Do—唐古拉;MCT—主中央断裂;BCT—边界断裂;LVZ—低速度

1.1 裂谷阶段(P)

这一阶段以喜马拉雅地区早二叠世末期—晚二叠世早期的沉积间断面和拉萨—申扎地区陆壳上普遍缺失沉积,以及沿雅鲁藏布江一带分布有晚二叠世大陆裂谷型基性火山岩组合为标志。

1.2 扩张阶段(T—J₂₋₃)

三叠纪起,印度河—雅鲁藏布江一带扩张,大洋盆地形成。同时或稍后形成班公湖—怒江洋盆,在两个洋盆中发育了完好的蛇绿岩套和深海沉积。两个洋盆分隔了三个陆块:古亚洲联合陆块、包括拉萨地块在内的“基麦里中间陆链”和喜马拉雅—印度陆块。

在印度河—雅鲁藏布江主洋盆两侧,拉萨地块南缘的三叠系—侏罗系和北喜马拉雅整个中生界都具有被动大陆边缘沉积,主要为浅海—半深海硅质岩—碳酸盐岩—基性火山岩组合。班公湖—怒江洋盆在中、晚三叠世形成,到中、晚侏罗世亦已具相当规模,

在两侧陆块边缘同样发育被动边缘,沉积了巨厚的浅海至次深海碳酸盐岩夹碎屑岩、火山岩和砂泥质浊积岩或钙质浊积岩。

1.3 怒江—班公湖洋敛合(J₂₋₃—K₁)

中、晚侏罗世印度河—雅鲁藏布江主洋盆扩张达到极点,侧向推挤驱使拉萨地块迅速向北漂移。班公湖—怒江洋盆开始敛合,拉萨地块与欧亚主大陆碰撞,形成以班公湖—怒江蛇绿岩带为标志的碰撞造山带。敛合作用明显,自东向西推进,中侏罗世初拼贴从东段云南西部—西藏东部开始,而安多以西的西段拼贴出现在晚侏罗世末—早白垩世,一直持续到晚白垩世。又根据蛇绿岩两侧平行分布着两条中晚侏罗世—中白垩世花岗岩带(145~80 Ma)和同生的钙碱性火山岩带以及发育有基本对称的花式褶皱冲断带等分析看,怒江碰撞造山带具有自东向西剪式碰撞特征。

1.4 主洋盆俯冲阶段(K₁—E₂)

这时期印度河—雅鲁藏布江主洋盆向北俯冲,在其北侧出现比较典型的活动大陆边缘,而洋盆南侧喜马拉雅仍为被动大陆边缘。活动大陆边缘由日喀则弧前复理石盆地和冈底斯—察隅陆缘火山岩浆弧组成。洋盆的东段俯冲作用开始较早,可能始于侏罗纪末—白垩纪初,当时北侧已出现钙碱性火山岩,其中上侏罗—下白垩统具有岛弧与不成熟岛弧火山—复陆屑组合。主要的俯冲作用是从中白垩世延续到始新世中期,冈底斯—察隅火山岩浆弧由大型花岗岩基带和与之共生的中上白垩统一始新统钙碱系列的火山复陆屑组合组成。在岛弧前缘部位形成弧前盆地,在洋壳基底上接受日喀则群复理石楔的堆积。在弧后冈底斯北部中西段浅海盆地发育,中白垩统广泛海侵超覆。在该阶段中晚期,继主岩基侵位后,整个陆缘岛弧系发生强烈变形和隆起,奠定了形成冈底斯—念青唐古拉活动陆缘山链的基础。

晚白垩世,洋壳带已基本消亡或至少不再有新洋壳带生成,随着洋壳向北消减,两侧陆块坡脚接近,洋盆转变为残余海盆。这一过程大致延续到始新世晚期,随后碰撞事件开始。在喜马拉雅一侧,白垩纪前一直为“台型”浅海盆地沉积,地层之间为整合过渡关系,实际上是印度大陆块早期被动陆缘陆棚—深海棱柱体沉积带的残留部分,白垩纪后,代之以均一的浅海碳酸盐岩沉积。

1.5 碰撞阶段(E₂—Q)

始新世末,印度陆块与欧亚陆块沿印度河—雅鲁

藏布江缝合线发生陆—陆碰撞,在冈底斯火山—岩浆弧发育有碰撞型花岗岩(6~15 Ma)。区内海水全部退出,出现晚始新世—中新世同造山碰撞前陆磨拉石盆地。同造山磨拉石盆地主要分布在缝合线附近(大竹卡、罗布沙盆地等)的岩浆弧上。中新世以后,随着印度板块继续向北推挤,在印度克拉通前缘发生陆内俯冲,导致地壳大幅度增厚,高原强烈抬升,结果喜马拉雅造山带沿先成断裂大规模向南推覆,形成西瓦利克前陆盆地^[9-14]。

据贾承造等资料(2001),特提斯构造域中部含油气盆地油气资源分布如图3所示^[6]。

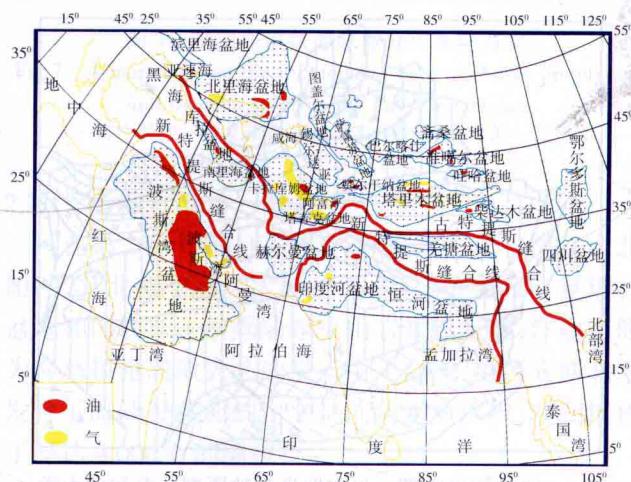


图3 特提斯构造域中部含油气盆地油气资源分布图^[6]
Fig.3 Oil and gas resource in basins in the middle Tethys tectonic domain

2 构造变格与成盆关系

大体以晚三叠世印支运动前后可以划分为中国的古生代盆地和中新生代盆地。它们之间无论从构造性质或者从沉积特征等诸方面都反映出显著的阶段性^[2,15-17]。新老盆地的交替反映了构造格局的变化。这种变格作用(Diktyogenises)^[1],显现出老格局的继承性和变格中的新生性。不同世代的盆地演化分期与造山带的形成和发展同步呼应^[18]。

贺兰山以西、昆仑山以北的中国西北地区,中生代以广泛发育聚敛环境下的陆内挤压型盆地和走滑型盆地为显著特征^[19-21]。盆地的时空分布主要受3个因素控制:(1)大陆南部边缘碰撞增生以及北部洋盆消减闭合所产生近南北向的挤压;(2)陆块地壳结构极不均匀、巨型薄弱带的存在;(3)近东西向古山系复活和巨型阿尔金走滑系的长期活动^[8,22]。

2.1 第1期(T_3 — K_1)构造变格与成盆关系

2.1.1 第1阶段(T_3 — J_2)

三叠纪晚期—晚侏罗世早期,在西北地区,由于古特提斯关闭,形成宏伟的印支造山带以及阿尔金、乌恰—对共轭走滑断裂系。

(1)板缘盆地(图4)

塔南和柴南弧后盆地:在碰撞造山过程中,昆仑岩浆弧向北冲断,塔里木南部弧后断陷和柴达木南部弧后断陷从晚三叠世晚期起转化为弧后盆地。两盆地在沉积风格上明显不同,前者以陆相碎屑岩夹煤层为主;后者以海相灰岩、碎屑岩为主^[23-24]。

(2)板内盆地(图4)

①东段

a.陆内前陆盆地。河西走廊,由石炭—三叠纪裂谷褶皱反转后,经一段时间剥蚀夷平,祁连山复活向北冲掩而挠曲沉降,形成北西西向展布的陆内前陆盆地(包括现今酒西、酒东、民乐、张掖等盆地)。以酒西为例,依次由山前冲断带、深坳带、中央隆起带、浅坳带4部分组成。

b.祁连山内部“山间盆地”盆地。山系中轴带因兼平移的拉张作用而形成平行于山系走向的拉张断陷盆地。盆地带在延伸方向上被横向隆起分隔为几个独立盆地,主要有木里—门源盆地和西宁—民和盆地。

c.阿拉善陆块上的陆内断陷盆地。早中侏罗世期间,西部南北向挤压隆张,形成东西向潮水和雅布赖拉张断陷。

②中段

在阿尔金,有两类风格的走滑盆地。第1类是拉

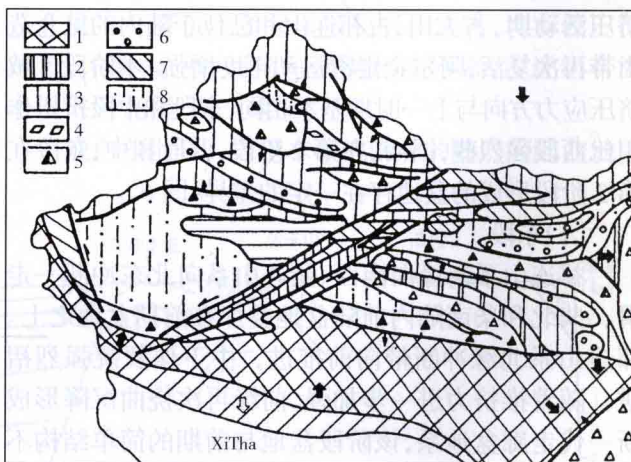


图4 三叠纪末期—晚侏罗世早期盆地原型分布及动力学
Fig.4 A map showing the relationship between basin prototype and dynamics during the end of the Triassic to the Late Jurassic
XiTha—新特提斯(怒江—班公湖段)洋;1—印支造山带;2—裂谷造山带;3—复活山系;4—陆内前陆—伸展盆地;5—陆内前陆盆地;6—山间盆地;7—走滑盆地;8—隆起

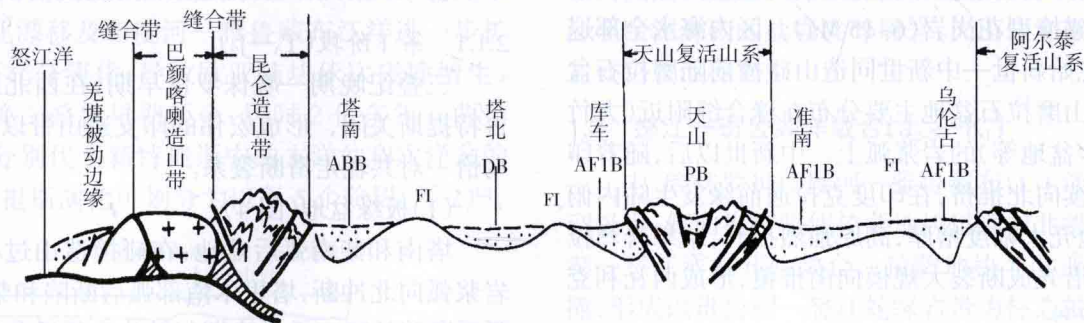


图5 晚三叠世晚期(或早侏罗世)—晚侏罗世早期盆地系列示意图

Fig.5 Sketch map showing the Basin series during the end of the Triassic(or the Early Jurassic) to the Late Jurassic

FI—前隆; ABB—弧后盆地; AF1B—陆内前陆盆地; DB—坳陷盆地; PB—山间盆地

张—走滑盆地,即习称的拉分盆地。如花海盆地、巴丹吉林—银根盆地、额济纳旗—苏红图盆地,它们位于走滑系从北东向向北东东向的转弯处。第2类是挤压—走滑盆地。这种走滑盆地分布在走滑系的西南段,包括北山南部总口子、敦煌、踏实、阿克赛诸盆地及民丰—若羌盆地、柴达木西部盆地等。

③西段

阿尔金断裂系以西、天山南北的新疆广大地区,发育着与天山古造山带复活控制的有序的多类型盆地(图5)。从南到北:塔北(满加尔—罗布泊)陆内坳陷、库车陆内前陆盆地,尤尔都斯—库米什山间盆地、吐哈和淮南陆内前陆盆地和乌兰古陆内前陆盆地等。塔西南发育了受乌恰右行走滑带控制的走滑盆地。

2.1.2 第2阶段(J_3-K_1)

晚侏罗世晚期—早白垩世,拉萨陆块拼贴。在东段,唐古拉陆缘相对平静期转化(晚侏罗世—早白垩世)。在西段,晚侏罗世晚期—早白垩世,为较强的陆内挤压活动期。古天山、古祁连山和已位于陆内的昆仑造山带再次复活;阿尔金走滑运动再度增强。本阶段区域挤压应力方向与上一时期基本相同,东段和中段挤压作用比西段强烈些,因而,在第2阶段,西段和中、东段在第2阶段形成的盆地存在一定的差异(图6)。

(1)东段

祁连山系南缘向南西、昆仑山系向北东冲断—走滑,柴北和柴南陆内前陆盆地叠加在前期盆地之上。祁连山系北缘冲断带向前推进,中下侏罗统强烈褶皱。随着推挤力进一步加强,前缘再次挠曲沉降形成新一代走廊盆地系,该阶段盆地与前期的简单结构不同,在冲断带前方,形成一系列由横向拉张或斜向剪切—拉张线性体发展起来的次级“碰撞”断陷。

(2)中段

晚侏罗世—早白垩世期间,北山及其以东地区再次拉分沉降,盆地向东扩展迁移,苏红图、银根以东已

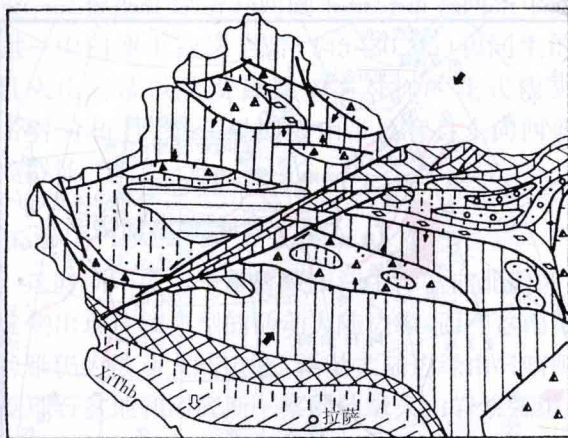


图6 晚侏罗世晚期—早白垩世盆地原型分布和动力学

Fig.6 A map showing the relationship between basin prototypes and dynamics during the end of the late Jurassic to the Early Cretaceous

XiThb—新特提斯之雅鲁藏布江洋; 菱形网区—燕山期造山带; 其他图例—同图4

成为重要的沉降区。在沿弱北东东向主走滑断裂的沉降背景下,北北东向次级雁列式单边断陷已成为控制沉积充填的主要构造。北山总口子地区早中侏罗世东西向压性走滑盆地转变为北东向正断层控制的拉分盆地,组成额济纳旗—苏红图拉分盆地的西延部分。西南段诸压性走滑盆地(踏实盆地、阿克赛盆地等)的沉降范围大大缩小,收缩到主走滑断层与分支逆断层交汇处的狭小区域^[25-27]。

(3)西段

西段基本上“继承”了前1阶段的盆地构造格局。

2.2 第2期变格(K_2-E_2)与成盆关系

晚白垩世—古近纪,西部由于印度板块的碰撞,加强了第1期变格作用而形成的盆地构造格局。由于雅鲁藏布江洋俯冲消减,在时间上几乎同拉萨陆块碰撞连续,因此西北地区,特别是西部的陆壳构造和盆地演化更多地显示“继承”性(图7)。

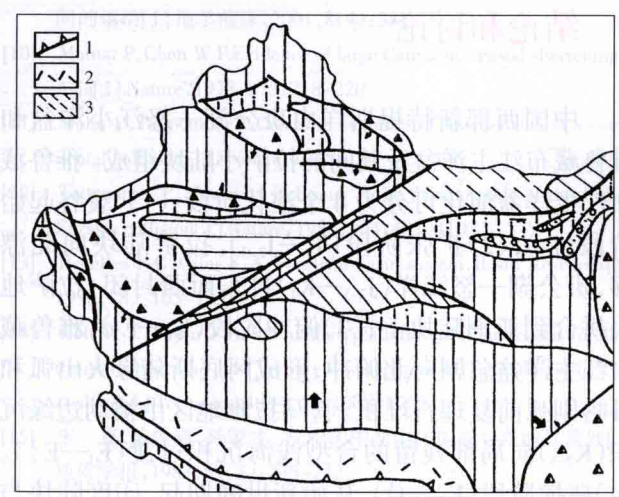


图7 晚白垩世盆地原型分布和动力学
Fig.7 A map showing the relationship between basin prototypes and dynamics during the Late Cretaceous
1—俯冲带;2—岩浆弧;3—走滑隆升带;其他图例—同图4

2.2.1 青藏地区

在第2变格期(K_2 — E_2),雅鲁藏布江主洋盆向北俯冲,其北侧为活动大陆边缘,由日喀则弧前复理石盆地和冈底斯—察隅陆缘火山岩浆弧组成;洋盆南侧为喜马拉雅离散大陆边缘。由于碰撞,沿冈底斯北缘发育了海陆过渡相的白垩纪前陆盆地沉积,晚期堆积了厚达4 000 m的磨拉石。

可可西里—金沙江断裂北侧,发育了东西向的可可西里走滑盆地,主要由古近—新近系陆相沉积组成,厚达9 500 m以上,主要为湖相泥岩。

由于印度大陆的碰撞,历史上的盆地受到了改造,而另外一部分为后期的走滑盆地格局所叠加。这些盆地包括比如盆地、昂拉仁错、措勤、拉萨、日喀则。伦坡拉盆地处于孜则—安多—丁青走滑带之南,为一系列小型走滑盆地中的一个,面积仅为3 500 km^2 ,古近系沉积厚2 700 m以上,中下段厚层泥岩具有生油条件。盆地北深南浅(图8),北缘褶皱带可能是走滑

花状构造,发育一系列雁行小褶曲。

2.2.2 西北地区

(1)中、东段

阿尔金走滑系及其以东地区,构造变格较显著。柴达木转化为受阿尔金东南界挤压—走滑断裂和北西西向柴北、昆北走滑—挤压断裂控制的迁移性压性走滑盆地。祁连山系、走廊地区和阿拉善大部地区快速隆起,前期走廊盆地消亡,缺失晚白垩世沉积。

阿尔金走滑系中段挤压隆起,踏实、阿克赛、敦煌等盆地消亡,额济纳旗—苏红图盆地和巴丹吉林—银根盆地西部反转抬升,晚白垩世—古近纪沉降盆地东迁到苏红图、银根以东很小范围。

柴达木盆地变格运动是以沉降中心不断转移的形式反映出来的,它是长期发展的走滑盆地的重要特征。渐新世以来盆地因挤压扭动作用强烈下拗,沉降中心移向西面茫崖地区。从古近纪到上新世早期,湖盆范围迅速扩大,发育了多层系生油岩系。同时,盆地转化为挤压并在阿尔金左行走滑断层作用配合下,坳陷中心轴由北西转为北北西走向并从西部向东转移,最终第四纪沉降中心移至盆地东部涩聂湖地区,最大深度竟达3 200 m。

(2)西段

阿尔金断裂以西地区基本继承了前期盆地构造格局。

a.塔里木盆地

晚白垩世—古近纪,在塔里木北部,陆内前陆盆地扩大,沉降中心向西迁移,沉积向南超覆改变了沙雅隆起的分隔局面,形成统一的沉降。除中央隆起区及北民丰—罗布庄隆起未接受沉积之外,均有较广泛沉积,主要为一套河流—浅湖相碎屑岩,古近纪有海水漫入阿瓦提、库车地区。

晚白垩世时,塔里木盆地南缘的陆内前陆盆地内

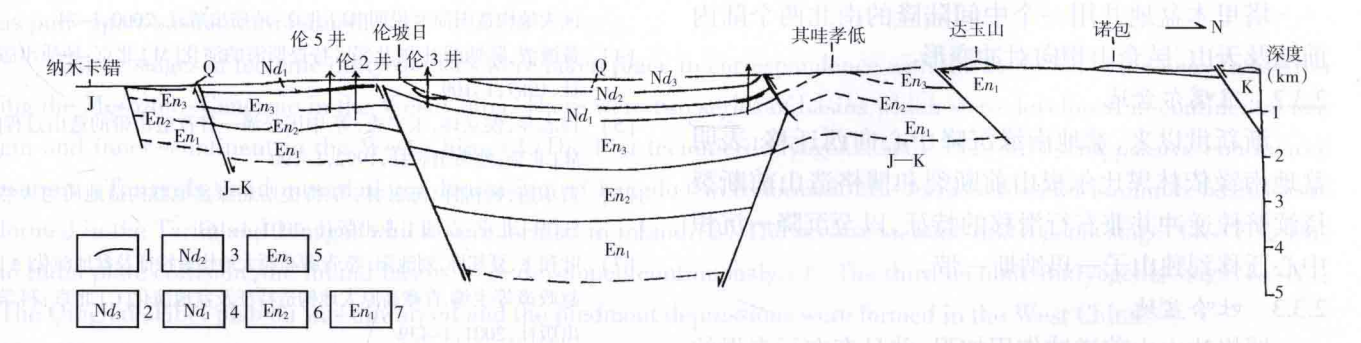


图8 伦坡盆地纳木卡错—诺包剖面(据西藏地质局第四地质大队)
Fig.8 The Namukachuo-Loubao cross section in Lunpola Basin
1—油层;2—丁青组三段;3—丁青组二段;4—丁青组一段;5—牛堡组三段;6—牛堡组二段;7—牛堡组一段

沉积了一套上白垩统英吉沙群海相灰绿、紫红色泥岩、膏泥岩和介壳灰岩,古近系喀什群为滨海深湖—潮坪相灰绿、棕红色灰岩、泥岩和膏岩,总厚达2000m。沉积向北超覆,与北部前渊相对共用一个北西展布的巴楚隆起。

车尔臣断层南段走滑作用明显,在民丰一带形成走滑盆地新的沉降中心。

b. 准噶尔盆地

准噶尔盆地在三面受挤的情况下,盆地边缘发育了多期次的冲断构造,形成复杂前陆结构。晚白垩世以来,冲断作用主要来自天山,逐渐形成南深北浅的陆内前陆盆地叠加在前期的陆内前陆盆地之上,但沉降—沉积中心已迁移到独山子—玛纳斯一带。

c. 吐哈盆地

吐哈盆地北部边界断裂发生强烈的挤压—走滑运动,盆地北部局部沉降,沉积了一套红色的河湖相粗碎屑岩,同时盆地全面反转,形成一系列左行雁行断裂、褶皱以及花式构造。

2.3 第3期变格(E_3 —N至今)与成盆关系

渐新世以来,由于印度陆块与亚洲陆块的碰撞和随后沿西瓦利克带的陆内俯冲。西线挤压表现为青藏地区强烈的地壳隆起和增厚,亚洲内部古造山系复活,边界断裂表现为以挤压为主兼平移。在昆仑山前、天山前、祁连山前都形成山前拗陷,沉积了巨厚的新近系和第四系^[28-29]。

2.3.1 塔里木盆地

中新世以来,在昆仑山前形成沉积厚达8000~9000m以上,为巨厚的河流相及浅湖、沙漠相红色碎屑。在天山山前,前渊移向库车和阿克苏地区,其中库车拗陷厚6000m,阿瓦提厚达6500m。

阿尔金山前断裂活动显著于车尔臣断层。在山前形成若羌、民丰南两个局部沉降中心,沉积厚度也在3000~4000m。

塔里木盆地共用一个中间陆隆的南北两个陆内前陆及天山、昆仑山相相对对冲变形。

2.3.2 准噶尔盆地

渐新世以来,盆地南缘沉降中心向西迁移,表明盆地南缘依林黑比尔根山前断裂和博格达山前断裂持续挤榨逆冲并兼右行滑移的特征,以至沉降—沉积中心迁移到独山子—玛纳斯一带。

2.3.3 吐哈盆地

博格达山山前逆冲作用加强,并具有左行走滑的特征,盆地不仅接收了新近纪的沉积,并发育了红山花式背斜构造、丘陵花式背斜构造。

3 结论和讨论

中国西部新特提斯洋由班公湖—怒江小洋盆和雅鲁藏布江主洋盆及其间的拉萨小陆块组成。雅鲁藏布江主洋盆演化可分为4个演化阶段:(1)裂谷起始阶段(P_2);(2)扩张阶段(T_1 — J_{2-3}),拉萨陆块向北漂移,班公湖—怒江洋(J_{2-3} — K_1)自东而西封闭,拉萨地块拼合到亚洲陆块上;(3)俯冲阶段(K_1 — E_2),雅鲁藏布江主洋盆急剧向北俯冲,形成冈底斯陆缘火山弧和日喀则弧前复理石堆积。喜马拉雅地区由被动边缘沉积(K_{2-3})向局部残留的台型浅海沉积过渡(E_1 — E_2)。(4)碰撞阶段(E_2 — Q),从始新世晚期起,印度陆块与亚洲大陆碰撞,影响范围波及整个中国中西部,陆内前陆盆地和拉分盆地形成。

对应于新特提斯洋的演化,中国西部中生代发生3期构造变格。第1期构造变格从晚三叠世到早白垩世。西部早期(T_3 — J_2)是特提斯洋和它的被动陆缘系(唐古拉)及台内拗陷(昌都—思茅);晚期(J_3 — K_1)怒江缝合带以北隆起,在挤压平移下产生拉分盆地。塔里木、准噶尔两侧产生陆内前陆盆地;晚侏罗世—早白垩世,与怒江洋封闭形成造山带,中国西部地区持续发育陆内前陆盆地。第2期构造变格,从晚白垩世到古近纪,由于印度板块的碰撞,而持续发育陆内盆地。第3期构造变格,从新近纪至今,由于印度大陆的楔入,青藏高原强烈隆升,西部山前形成山前前渊,发育了上新世至第四纪的磨拉石建造。

参考文献

- [1] 朱夏.论中国含油气盆地构造[M].北京:石油工业出版社,1986,1~74
- [2] 张渝昌.中国含油气盆地原型分析[M].南京:南京大学出版社,1997,1~450
- [3] 任纪舜,王作勋,陈炳蔚,等.从全球看中国大地构造—中国及邻区大地构造图简要说明[M].北京:地质出版社,2000,1~74
- [4] 黄汲清,陈炳蔚.中国及邻区特提斯海的演化[M].北京:地质出版社,1987,1~109
- [5] 许志琴,侯立玮,王宗秀,等.中国松潘—甘孜造山带的造山过程[M].北京:地质出版社,1992,1~190
- [6] 贾承造,杨树锋,陈汉林,等.特提斯北缘盆地群构造地质与天然气[M].北京:石油工业出版社,2001,1~161
- [7] 叶和飞,夏邦栋,刘池阳,等.青藏高原大地构造特征及盆地演化[A].赵政璋等主编.青藏高原大地构造特征及盆地演化[C].北京:科学出版社,2001,1~439
- [8] 吉让寿,钱一雄,范小林,等.中国西北地区中生代盆地与油气[M].西安:西安地图出版社,2000,1~176
- [9] 张原庆,钱祥麟,李江海.板块碰撞远程效应的传播与地球层圈

- 间的运动[J].地学前缘,2001,8(4):341
- [10] Molnar P, Chen W P. Evidence of large Cainozoic crustal shortening of Asia[J]. Nature, 1978, 273: 218~220
- [11] Molnar P, Tapponnier P. Cenozoic tectonics of Asia: effects of a continental collision[J]. Science, 1975, 189: 419~426
- [12] Tapponnier P, Mercier J L, Proust F. The Tibetan side of the India - Eurasia collision[J]. Nature, 1981, 294: 405~410
- [13] Decelles P G, Giles K A. Foreland basin system, Basin Research[M]. 1996, (8): 105~123
- [14] Holt W E, Stern T A. Subduction, platform subsidence, and foreland thrust loading: the late Tertiary development of Taranaki basin, New Zealand[J]. Tectonics, 1994, 13: 1068~1092
- [15] 朱 夏, 陈焕疆, 孙肇才, 等. 中国中生代构造与含油气盆地[J]. 地质学报, 1983, 57(3): 235~242
- [16] 关士聪. 中国海相陆相和海洋油气地质[M]. 北京: 地质出版社, 1999
- [17] 关士聪. 中国中生代陆相沉积盆地分类、展布规律与成因机制[A]. 见: 关士聪. 关士聪地质文选[C]. 北京: 地质出版社, 1988, 151~162
- [18] 高长林, 叶德嫖. 中国晚古生代两大古海洋及其对盆地的控制[J]. 石油实验地质, 2005, 27(2): 104~110
- [19] 高长林, 崔可锐, 钱一雄, 等. 天山微板块构造与塔北盆地[M]. 北京: 地质出版社, 1995, 1~284
- [20] 朱 夏. 活动论构造历史观[J]. 石油实验地质, 1991, 13(3): 201~209
- [21] 高长林, 陈昕华, 吉让寿, 等. 中国西部古中国洋的形成演化与古生代盆地[J]. 中国西部油气地质, 2005, 1(1): 9~14
- [22] 钱一雄. 西北地区中生代盆地含油气系统成因分类与初步评价[J]. 石油实验地质, 2001, 23(3): 261~271
- [23] 康玉柱. 西北地区石油地质特征与油气前景[J]. 石油实验地质, 1984, 6(3): 229~240
- [24] 翟光明, 何文渊. 中国前陆盆地特点及未来油气勘探策略[A]. 见: 中国石油勘探与生产分公司编. 中国中西部前陆盆地冲断带油气勘探文集[C]. 北京: 石油工业出版社, 2002, 15~22
- [25] 贾承造, 何登发, 雷振宇, 等. 前陆冲断带油气勘探[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000, 1~351
- [26] 陈发景. 从盆地的形成和演化谈谈我国东西部中生代含油气盆地的地质构造的异同[J]. 石油实验地质, 1981, 3(1): 28~37
- [27] 张希明. 塔里木盆地北部三叠-侏罗纪物源区板块构造背景与沉积盆地类型关系的研究[J]. 石油实验地质, 1996, 18(3): 252~257
- [28] 蔡立国. 天山陆内俯冲造山转换带的基本特征[J]. 石油实验地质, 2000, 22(3): 206~209
- [29] 陈焕疆. 中国含油气盆地的格架[J]. 石油实验地质, 1986, 8(2): 97~106

Relationship Among the Neo-Tethys, Tectonic Diktyogenises and Basins in West China

Gao Chang-lin, Ji Rang-shou, Huang Ze-guang

(Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151)

Abstract: The neo-Tethys ocean was composed of Banggong Co-Nujiang small Ocean and Yarlung-Zangbo main Ocean, as well as Lhasa small blocks in between during the Mesozoic in the West China. The evolution of Yarlung-Zangbo main Ocean can be divided into four stages: (1) Rifting stage (P_2). (2) Spreading stage (T_1-J_{2-3}). The Lhasa block was drifting to north and the Banggong Co-Nujiang Ocean ($J_{2-3}-K_1$) was closed from East to Western and at the same time the Lhasa block amalgamated to Asia Massif. (3) Subduction stage (K_1-E_2). The Yarlung-Zangbo main Oceanic Basin was subducted to the North and the Gangdese Continental margin volcanic island and Xigaze fore-arc flysch were formed. It's changed from passive marginal sedimentation (K_{2-3}) to relict shallow sea platform deposition ($E_1-E_2^{2/3}$) in the Himalayan area. and (4) Collision stage (E_2^3-Q). The India Massif was collided with Asia continent in the Eocene. The result of the collision was affected in the all of West China and the intracontinental foreland basins as well as pull-apart basins were formed.

Three stages of tectonic diktyogenises were taken place in correspondence with the evolution of the neo-Tethys during the Mesozoic-Cenozoic in the West China. There were two series of basins which were developed in continental margin and inner-continent in the West China. (1) The first tectonic diktyogenis stage (T_3-K_1): The passive continental margin (Tanggula) and intraplateau depression (Changdu) were formed. The intracontinental forelands basins were formed in the Tarim and Junggar which were located in inland. (2) The second tectonic diktyogenis stage (K_2-E): Due to India plate collision, the inland basins were developed continuously. (3) The third tectonic diktyogenis stage (E_3-N): The Qinghai-Tibet plateau was upwarped and the piedmont depressions were formed in the West China.

Key Words: West China; Tethys; tectonic diktyogenises; intracontinental forelands basin; piedmont depression

文章编号: 5021-5850(2006)04-0362-06

河西走廊及邻区岩石圈深部信息与油气关系讨论

范小林, 罗开平

(中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151)

摘要:作者试以横贯河西走廊地区的岩石圈断面(格尔木—额济纳旗)获得的深部地球物理信息和沿剖面(包括邻区)展布的地质露头构造迹象为基础,进行地球物理—地质综合解释,揭示该地区的深部结构、构造、热状态等地质信息,并在此基础上,结合油气地质条件,探讨大陆岩石圈深部构造运动、热液流体活动与油气运移的关系。

关键词:油气运移;深部信息;岩石圈;河西走廊

中图分类号: TE121

文献标识码: A



1 构造背景

青藏高原东北部边缘的河西走廊地区,位于著名的“中央造山带”^[1]中段祁连山北侧,那里展布着系列中新世盆地,其中不乏具油气勘探价值的盆地(图1),如酒泉盆地、雅布赖盆地、潮水盆地等。从地表地质露头观察油气地质迹象,该区的古生代盆地及部分早中生代盆地被卷入形变成为造山带,多数中新世地史阶段与造山带相伴生分布的盆地,具有一定的油气资源。勘探实践表明,祁连造山带北侧盆地群,与油气资源有关的烃源岩地层,是以中生界(中—下侏罗统,下白垩统)为主,盆地内油气(藏)的发现主要也在中生界储层或储集体内。

自晚中生代早期始,古亚洲大陆南缘陆陆碰合增生及其碰合后的陆内构造挤压或伸展以来,使青藏“特提斯”高原及其边缘的构造变形事件开始并持续。在岩石圈受力变形后,壳幔物质发生流动和平衡,随“岩石圈强度效应”^[2]和均衡作用,调节板内的隆升与沉降。由于该区位于中国中西部特殊的大地构造位置:“三角地带”(塔里木、鄂尔多斯、柴达木,中祁连等微陆块间的拼合及拼合后的板内构造活动带),中新世盆地的形成,在很大程度上,涉及到中新世以来的岩石圈(地壳)物质组成和复杂的壳幔结构,在受

到地球动力作用时,地史过程同样复杂,导致复杂的板内构造形变与热流体活动。这样的宏观区域构造背景下,岩石圈结构的多层次性和各向异性,直接控制与造山带相邻盆地的油气资源及其分布。

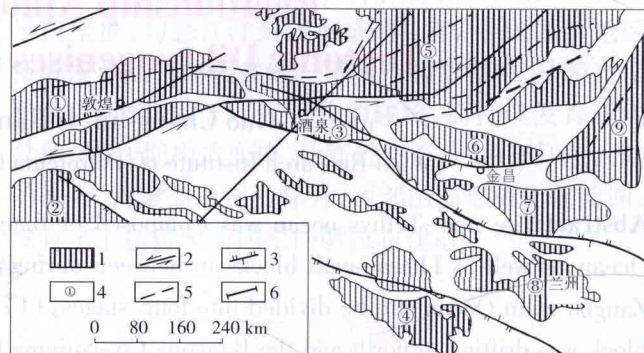


图1 河西走廊地区盆地及构造展布图(据文献[2]改编)

Fig.1 Location map of basins and structures in Hexi corridor region

1—盆地;2—走滑断层;3—逆冲断层;

4—主要盆地编号;5—推测断层;6—地学断面位置;

①敦煌盆地;②柴达木盆地;③酒泉盆地;④共和盆地;⑤巴丹吉林盆地;

⑥潮水盆地;⑦武威盆地;⑧民和盆地;⑨巴彦浩特盆地

2 深部信息

2.1 岩石圈断面地质—地球物理单元特征

格尔木—额济纳旗地学断面^[3,4],横贯柴达木盆地、祁连造山带、酒泉盆地、北山褶皱系等主要地质单元(图1、图2b)。

收稿日期: 2006-06-15

第一作者简介: 范小林(1954-),男,成都理工大学地球物理专业,大学本科。主要从事盆地地球物理和石油地质研究。

地址: (214151)江苏省无锡市惠钱路210号,电话: 0510-83213587, E-mail: fanxiaolin@mail.wuxisuo.com

从已有地球物理成果,自上而下包括:沉积层(小于 5.7 km/s);上地壳(小于 6.3 km/s);中地壳(5.9~6.6 km/s);下地壳(6.6~7.0 km/s);上地幔岩石层 8.1~8.2 km/s。在中地壳上(顶)部普遍发育或出现低速(小于 6.0 km/s)或低阻层(小于 $20 \Omega \cdot \text{m}$),这些被认为含水的热流体或构造破碎层体,埋深在 15~20 km 范围内变化各异,其温度大约等于 400 °C 左右。

该地区上、中、下地壳厚度变化和波速变化、莫霍面的起伏(埋深在 40~70 km 不等)与区域重力异常变化相吻合;因“大陆根—柱”^[9]构造或地幔异常柱(深部垂向热动力效应)的垂向发育而引起岩石圈底界的波状起伏(在 100~140 km 范围内变化,其对应的地温相当于 1 400 °C 等温深度^[5])。以上这些特征,反映出岩石圈(地壳)结构的非均一和不连续性,它们作为岩石圈(地壳)断面中的异常层块(体),和壳内物性界面、莫霍面、软流圈顶界(含热液流体的幔内第一低阻层:小于 $20 \Omega \cdot \text{m}$)一起,形成岩石圈断面垂向上锯齿有落的深浅分层(块)结构(图 2b)。

据壳内高导层和幔内高导层研究成果^[5,6],以高导层温度 T 与其埋深 H 的比值,作为地壳或岩石圈平均地温梯度 $D(D=T/H)$,则可计算出地壳或岩石圈的热状态。分别取 $T=400$ °C 和 1 400 °C,得到该地区性地壳平均地温梯度变化范围在 20~27 °C/km,区域性岩石圈平均地温梯度变化范围约 10~14 °C/km。由此可见,该地区岩石圈热状态大致为“冷幔和热壳”,大致与图 2 揭示的岩石圈结构、构造几何形态相对应。

从区域构造意义上看,现今的祁连造山带及其两侧盆地群地区,岩石圈是受到主压应力方向为 NNE—SSW 的区域构造应力场作用(图 3),岩石圈尺度板内形变的发生,是导致不同组成和不同剥蚀程度的前震旦纪岩石圈碎块以及在古生代碰撞增生的,现今是浅变质和侵入岩组成隆升的造山带和与之相伴生沉降的盆地。它们的特征是(图 2b):造山带地区,地壳厚度从 60 余千米到 70 余千米,岩石圈厚度由 100 km 加厚到 160 km;盆地,相应的厚度分别为 50 余千米和 100 余千米。古老的碎块及侵入岩(部分古老残留洋壳)以相对高速(大于 6.4 km/s)为特征。

在酒西—花海盆地与北山褶皱系接合部位深层,见到岩石圈地壳结构的突变带,它近垂直深入岩石圈地幔,上地幔顶部隆升导致地壳底界破裂,相应的地表露头可见到加里东晚期—华力西中期,陆陆碰撞造山期古老花岗岩。岩石圈地质结构可见祁连山深层正扰动高速异常体的下插,地壳厚度突变(图 2),正好位于阿尔金走滑断裂北东延伸段地带,作为晚古生代“开合构造”^[7]后期的“构造反转”的结果,沿该大型走

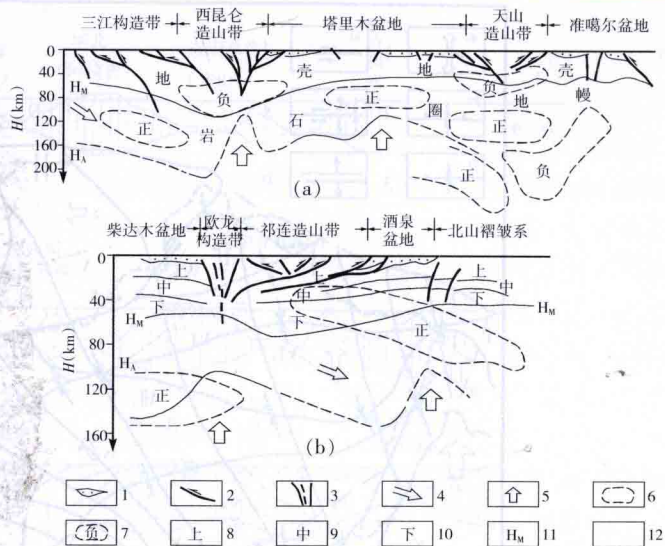


图2 西北地区岩石圈区域地质—地球物理解释断面(据文献[4])

Fig.2 The interpreted geological-geophysical profile of lithosphere in northwest China

1—中新代盆地;2—主要冲断层;3—主要走滑断层;4—岩石圈地幔俯冲方向;5—软流圈地幔上涌方向;6—地震层析相对高速区;7—地震层析相对低速区;8—上地壳;9—中地壳;10—下地壳;11—莫霍面;12—软流圈顶面

滑断裂带^[9]地表可见到来自上地幔的物质。

由图 2 可知,增厚的岩石圈,减薄的地壳,以及近地表浅层系列冲断层组成的花式构造、走滑断裂,代表了涉及岩石圈的破坏与再生。柴达木盆地与祁连造山带之间的深部软流圈地幔柱的上涌,岩石圈(下地壳)的俯冲,包含了活跃的中、新生代侵入岩、火山岩活动下的地壳花岗岩化。它们受“特提斯构造域”^[10]作用干扰,使得岩石圈(地壳)由块体拼合组成。各种系列断层,在成因上及空间上与块间的挤压带相关(如祁连造山带、北山褶皱系)。被近水平异常带(物性界面、低速、低阻层)分开的壳层间,明显呈构造不协调。从岩石圈尺度看,这是由于岩石圈地幔以“会聚与蠕散”深层动力学为特征,近地表的浅层构造地质面貌,则以发育逆冲推覆背景下的伸展滑覆构造为特征。其中的主要断层汇入上地壳及中地壳的低速层,部分延伸至地壳底部或莫霍面,为层状地壳在韧性剪切构造作用下,发生塑性形变(下地壳)和脆性形变(上地壳)提供运动学条件。

2.2 岩石圈(地壳)尺度盆山构造演化

据图 2 的地质—地球物理—岩石学综合解释,得到深部“板块构造运动”重建,在补充其地质历史各主要阶段的岩石圈尺度“时—空”图解演化剖面上(图 4),表达了这一地区在“古亚洲构造体制”和“新亚洲构造体制”^[11]下,盆—山构造岩石圈尺度演化序列、时

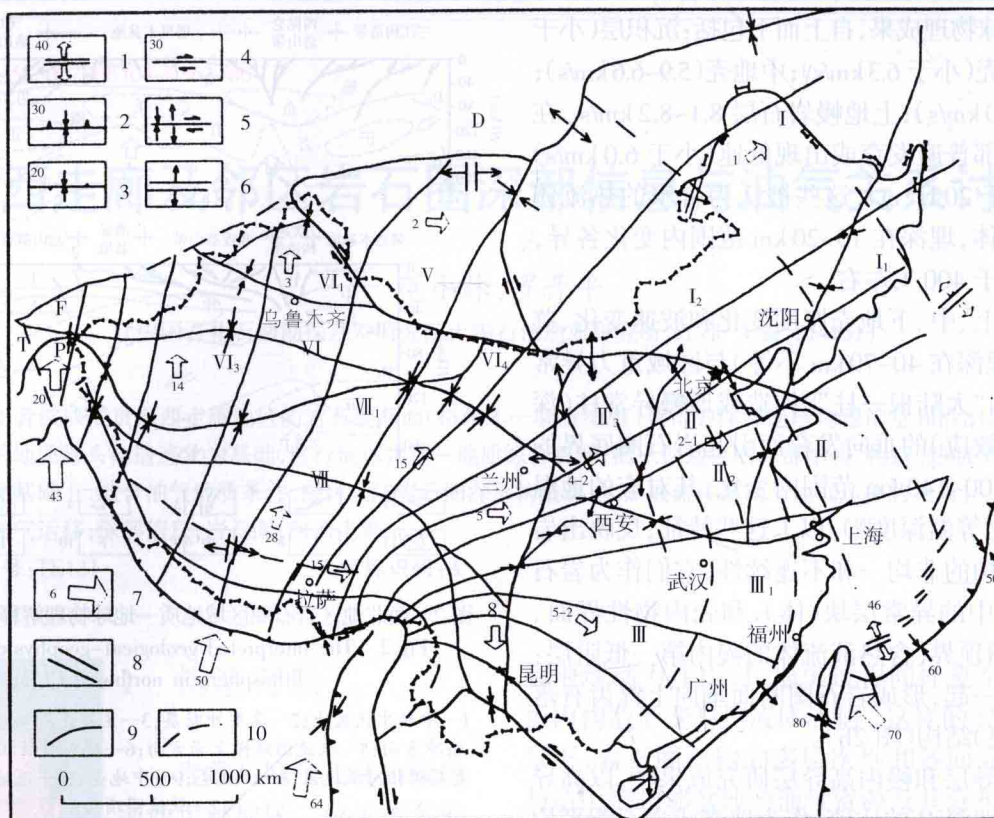


图3 中国大陆现代构造应力场(据文献[9])

Fig.3 The modern tectonic stress field in mainland of China

- 1—分离边界;2—俯冲边界;3—碰撞边界;4—走滑转换边界;5—亚板块、块体相对运动矢量;6—板内地堑、裂谷;
7—板块的绝对运动和亚板块、块体相对欧亚(西伯利亚)的运动矢量及速率(mm/a);8—亚板块、块体边界;
9—最大主压应力轴迹线;10—最小主应力(张性)轴迹线

间间隔、生成运动体制和动力学条件,同时反映出岩石圈剖面结构的复杂性。它们分别代表了:(1)现今卷入造山带中的古生代曾漂浮在古中国洋(古亚洲洋的分支)中、小型陆块,以及其间的“块间盆”,在经历了早古生代的消亡,及其后续晚古生代—早中三叠世的增生与缝合,陆块群的聚合成为古中国陆的一部分。(2)晚三叠世以来,在以特提斯洋活动为主的构造作用下,中国西北陆区持续挤压隆升与伸展相伴生,经历了三次大的构造运动阶段(晚三叠世—早白垩世;晚白垩世—始新世;渐新世至今)。

伴随近 600 Ma 的大洋和大陆构造演化地史^[12,13],在早古生代期间,从古祁连窄洋到古祁连造山带,代表了这一地区“多岛洋盆”格局的兴衰,使裂离的陆块碰撞与增生,使分裂的“大陆”重新缝合,并在地表形成盆地和造山带;在晚古生代期间,主要经历了从古特提斯洋的“开合”演化,到印支造山作用下的河西走廊及相邻地区造山带的复活隆升及与之相伴生盆地的形成。

而在近 200 Ma 的亚洲(中国)大陆周缘并波及至板内构造演化地史阶段,我们强调了“特提斯与太平

洋”两大构造域的彼此互动。俯看中国地质图^[14]及图 1、图 2 可知,河西走廊地区板内盆山构造域,是以“板缘挤压,板内形变”大地构造为背景的。由岩石圈断面所反映的构造特征(图 3、图 4),是以深部物质通过岩石圈物质的蠕散(陆内俯冲)与构造热事件(地幔柱上涌),岩石圈发生弯曲变形(增厚或减薄)来体现,并在均衡作用响应下,“能够保持山系处于数百万年的长期隆升”^[15]及隆升剥蚀后均衡稳定直至隆升减弱,现今河西走廊地区的造山带与盆地就是在这样一种构造动态平衡过程中形成。

中生代以来,在“中国西南特提斯洋”^[16]的俯冲消减、洋中块的拼贴和碰合,以及碰合后的板内敛合过程中,这一地区的造山带再次复活形成:板内形变初始,地壳缩短,地壳加厚;构造隆升初始,山系隆升千余米;板内经受进一步缩短与挤压形变,相对稳定的构造环境下伴生盆地(如酒泉盆地、柴达木盆地)。50 Ma 以来,陆陆碰合后的板内挤压,印度地块向亚洲挤入 2 000 km(50 mm/Ma 速度北向运动并发生陆内俯冲),青藏高原强烈抬升,使高原北部边缘祁连山地区经历着强烈的构造形变,区域应变被分解为沿祁连造山带

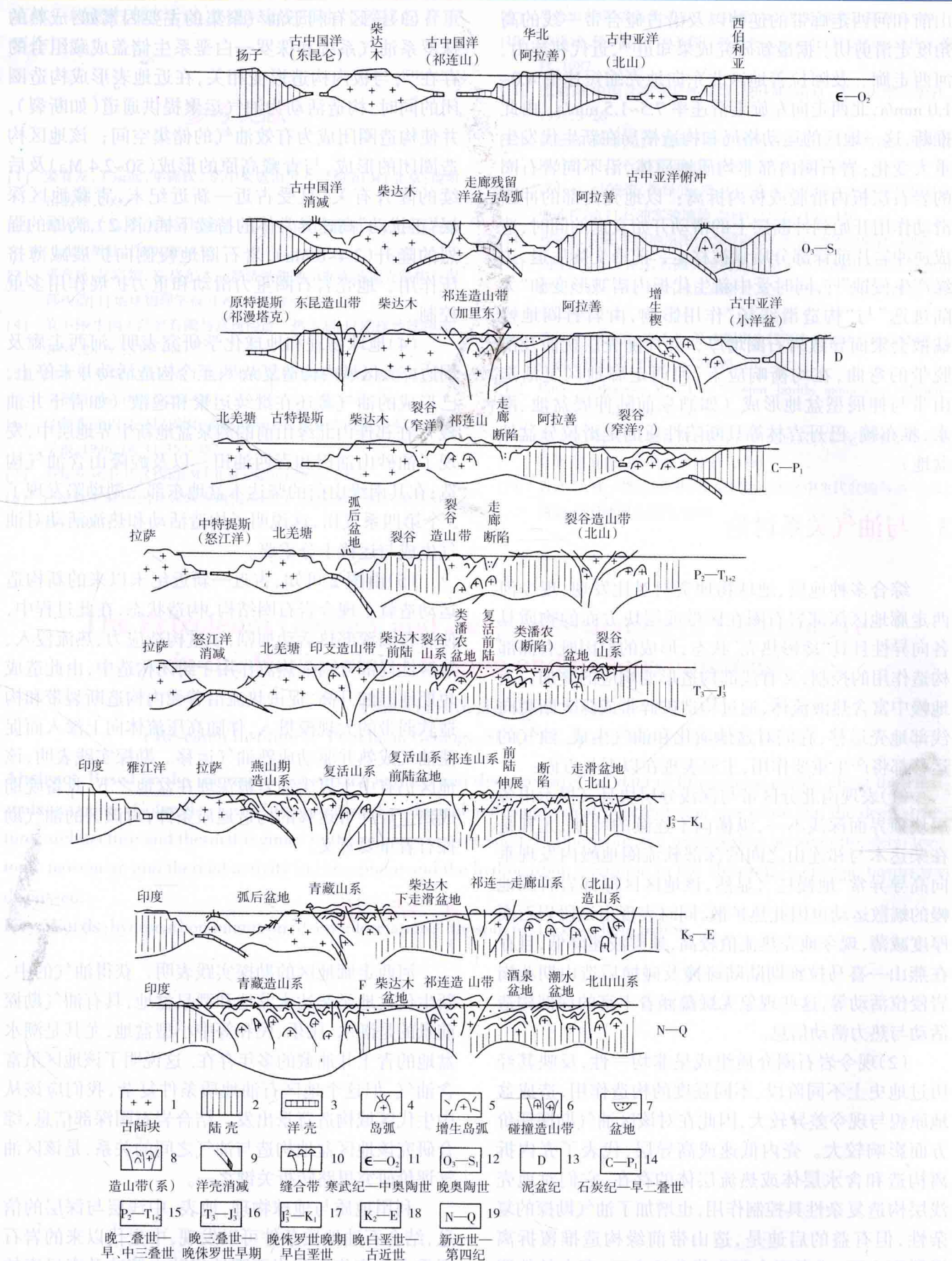


图4 河西走廊地区岩石圈断面构造演化示意图

Fig.4 The schematic map showing tectonic evolution of lithosphere in Hexizoulang region