



成都理工大学
能源学院
60周年校庆文集

CHENGDU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
COLLEGE OF ENERGY
THE 60TH ANNIVERSARY

塔里木盆地

中央隆起带火山活动规律与油气成藏特征

李 坤 赵锡奎 何建军 著



科学出版社

塔里木盆地中央隆起带火山活动 规律与油气成藏特征

李 坤 赵锡奎 何建军 著



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书重点分析塔里木中央隆起带火成岩的岩相、产状、性质、成因、发育期次以及分布规律,指出塔中地区经历五期火山活动,其中早二叠世火成岩属非典型大陆裂谷环境的岩浆活动产物,具有拉张裂谷特点,受大型反转断裂带控制,具有西厚东薄、北厚南薄的特征;在此基础上提取火成岩段综合地震波场特征参数,利用基于遗传算法的神经网络方法进行网络速度、密度和波阻抗反演,揭示卡1三维区块四种岩相特征,并结合孔隙度反演,揭示高孔区围绕火山口分布,并具有条带状延伸向南的趋势,进而指出上下贯通的断裂、火山岩裂缝、火山岩顶面鼻凸构造带以及海西晚期不整合面是塔里木盆地火山岩层系成藏的主控因素,为下一步油气勘探提供指导。

本书可供广大地质勘探工作者、石油勘探技术人员及地质资源矿产类高校相关专业学者、研究生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

塔里木盆地中央隆起带火山活动规律与油气成藏特征/李坤,赵锡奎,何建军著. —北京:科学出版社,2016.7

ISBN 978-7-03-049385-9

I. ①塔… II. ①李… ②赵… ③何… III. ①塔里木盆地—火山作用—规律—研究 ②塔里木盆地—油气成藏形成—研究 IV. ①P317 ②P618.130.2

中国版本图书馆(CIP)数据核字(2016)第160915号

责任编辑:杨 岭 郑述方/责任校对:彭珍珍

责任印制:余少力/封面设计:墨创文化

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>

成都创新包装印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年7月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016年7月第一次印刷 印张:13.5 插页:4

字数:340 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

本书以现代地质学的系统论、活动论等先进理论为理论支撑,以多技术相互交叉、多模式相互融合为特色,以火山活动背景、期次、产物以及对油气运移、聚集和成藏改造作用为主线,重点分析和总结塔中地区火成岩的岩相、产状、性质、成因、发育期次以及分布规律等,指出中央隆起带以二叠纪火山岩为主,受柯坪断隆南断裂带、色力布亚—玛扎塔格断裂带、阿恰—吐木休克断裂带、古董山断裂、塔中Ⅱ号断裂等大型反转断裂带控制,具有西厚东薄、北厚南薄、断裂带附近火山较发育、北部有大规模的火山溢流的特征,火山活动具有震旦纪早期、震旦纪晚期—寒武纪早期、寒武纪晚期—奥陶纪早中期、志留纪和早二叠世五期特征,其中早二叠世火成岩属非典型或发育不完全的大陆裂谷环境的岩浆活动产物,具有拉张裂谷特点,其中侵入岩略偏亚碱性系列,基性侵入岩为富集地幔。同时总结火成岩测井解释特征,提取火成岩段多地震波场特征参数,进行均衡、压缩和融合处理得到综合参数,进而利用基于遗传算法神经网络方法进行网络速度、密度和波阻抗反演,揭示卡1三维区块火山通道(火山口)相、溢流主体相、喷发主体相、喷发相四种火成岩岩相特征,并在孔隙度反演的基础上发现高孔区($>6\%$)主要集中于研究区中南部,围绕火山口分布,并连片向南条带状延伸的趋势。在上述研究基础上,分析火成岩对油气的生成、储集、运移、聚集的影响和对油气藏遮挡、调整、破坏的综合作用,总结火成岩对塔中地区油气聚集的利弊,指出上下贯通的断裂、火山岩裂缝、火山岩顶面鼻凸构造带(局部构造)以及 T_5^0 不整合面构成很好的网状输导体系,这是火山岩上、下层系发现较好的油气显示的前提和基础,为下一步油气勘探提供指导。

李 坤

2016年5月1日

目 录

第1章 区域地质概况及勘探历程	1
1.1 区域地质特征	1
1.1.1 区域地质背景	1
1.1.2 区域构造演化特征	1
1.2 区域地层特征	13
1.3 勘探历程	16
第2章 中央隆起带断裂发育及演化特征	18
2.1 塔中地区断裂发育演化特征	18
2.1.1 塔中地区断裂体系	19
2.1.2 塔中地区主要断裂剖面特征	19
2.1.3 塔中地区主要断裂形成演化	22
2.2 巴楚地区断裂发育演化特征	24
2.2.1 巴楚地区断裂体系	24
2.2.2 巴楚地区主要断裂剖面特征	26
2.2.3 巴楚地区主要断裂形成演化	35
2.3 张性断裂发育演化特征	36
2.3.1 现今基底正断裂	39
2.3.2 现今上逆下正断裂	40
2.3.3 早期伸展-后期挤压反转断裂	40
2.3.4 张性断裂演化特征	41
第3章 中央隆起带火成岩发育及展布特征	48
3.1 露头区火成岩特征	48
3.1.1 阿克苏肖尔布拉克地区火山岩特征	48
3.1.2 阿克苏沙井子地区火山岩特征	49
3.1.3 巴楚小海子南闸地区火成岩特征	54
3.1.4 巴楚小海子北闸地区火成岩特征	55
3.1.5 巴楚瓦基里塔格地区火成岩特征	58
3.2 隐伏区火成岩特征	60
3.3 隐伏区火成岩展布特征	67
3.3.1 隐伏区火山岩剖面特征	69
3.3.2 隐伏区下二叠统火山岩平面展布特征	77
3.3.3 卡1三维区块火成岩地震厚度特征	89
第4章 中央隆起带火成岩岩石学及岩相学特征	94

4.1 火成岩岩石学特征研究	94
4.1.1 火成岩岩石性质	94
4.1.2 火成岩主要造岩矿物特征	106
4.1.3 火成岩岩石化学特征	111
4.2 火成岩岩相特征研究	119
4.2.1 塔中火成岩岩相特征	119
4.2.2 卡1三维区火成岩岩相建模	121
第5章 中央隆起带火成岩年代学及发育期次	132
5.1 露头区火成岩年代学特征	132
5.1.1 阿克苏肖尔布拉克火成岩年代学特征	133
5.1.2 阿克苏沙井子四石场火成岩年代学特征	134
5.1.3 巴楚小海子南闸火成岩年代学特征	137
5.1.4 巴楚小海子北闸火成岩年代学特征	137
5.1.5 巴楚瓦基里塔格火成岩年代学特征	142
5.2 隐伏区火成岩年代学特征	144
5.2.1 塔参1井同位素年代学特征	144
5.2.2 方1井火山岩同位素年代学特征	148
5.2.3 和3井火山岩年代学特征	149
5.2.4 和4井火山岩年代学特征	150
5.3 岩浆活动期次	151
第6章 中央隆起带火成岩地球化学特征及成因分析	155
6.1 火成岩岩石地球化学特征	155
6.1.1 微量元素地球化学	155
6.1.2 稀土元素特征	167
6.2 火成岩发育成因分析	171
6.2.1 主量元素对火成岩成因的约束	171
6.2.2 稀土元素对火成岩成因的约束	172
6.2.3 微量元素对火成岩成因的约束	173
6.3 火成岩形成的构造机制	175
第7章 中央隆起带火山活动与油气成藏关系	179
7.1 中央隆起带油气展布特征	179
7.2 火山活动与烃源岩关系	181
7.3 火山活动与储集层关系	184
7.3.1 改善原有岩石储集能力	184
7.3.2 提供了新的储集空间	188
7.3.3 卡1三维区块火成岩储层建模	191
7.4 火山活动与圈闭关系	197

7.5 火山活动与油气运移关系	198
7.6 火山活动与油气藏调整与破坏	199
7.7 火山活动对油气聚集评价	200
参考文献	202
索引	207
彩图	

第1章 区域地质概况及勘探历程

1.1 区域地质特征

塔里木沉积盆地在漫长的地质历史中,经历了从伸展到收缩的多期强烈构造变革,这些构造事件都在不同程度上使盆地原始形态发生变化,在地质历史中原本互不相邻的地质体在现今有可能共生在一起,而曾经在历史中有成因联系的地质体有可能会被天各一方,所以处在同一单元内的地质体可能有着截然不同的石油地质条件,而相距遥远的地质体的石油地质条件有可能有着惊人的一致性,因此,若要客观认识压性盆地的油气资源潜力,不同区带石油地质条件的优劣以及同一构造带不同目标含油气潜力的差异,就需要对研究区的地质历史、原型盆地的性质和几何形态有一个清晰的认识,才能历史地、合理地看待生油凹陷、区带、生储盖组合与勘探目标的变化及其相互关系。

1.1.1 区域地质背景

塔里木盆地位于我国新疆维吾尔自治区南部,夹持于天山、西昆仑山和阿尔金山三大褶皱山系之间,盆地范围为东经 $74^{\circ}00' \sim 91^{\circ}00'$,北纬 $36^{\circ}00' \sim 42^{\circ}00'$,盆地面积 $56 \times 10^4 \text{km}^2$ 。

塔里木盆地是塔里木板块的核心稳定区,而塔里木板块是一个具有前震旦系克拉通结晶基底的、自元古代超大陆裂解出来的古生代独立古陆块,中生代塔里木板块北邻哈萨克斯坦板块和西伯利亚板块,南接特提斯羌塘板块和柴达木板块,处于几个板块的交汇处,是构造最活跃和地貌最壮观的地带。在晚古生代末期到中生代塔里木板块主要受特提斯构造域控制,新生代则主要受喜马拉雅构造带控制,现今为欧亚大陆板块南缘蒙古弧与帕米尔弧之间的广阔增生边缘的中间地块(图 1-1)。塔里木盆地目前的构造格局主要是在新生代喜马拉雅构造旋回形成的,北侧为天山构造带,东南侧为阿尔金构造带,西南侧为西昆仑构造带。北部界线主要表现为一个向南逆冲的断裂带,与南天山大规模挤压抬升相关。南界为阿尔金大型左旋走滑断裂,把塔里木盆地与柴达木盆地和其他南部诸小盆地分隔开。西南边界存在一系列压扭性右旋走滑断裂,如费尔干纳断裂的南段和喀喇昆仑断裂等,其形成与印度板块向北强烈挤入相关。塔中—巴楚地区属于塔里木盆地的中央隆起带,其形成和演化受周边造山带的控制,不同时期的主控构造作用不同,构造性质也不同。

1.1.2 区域构造演化特征

贾润胥(1991)、孙肇才(1990)、王鸿祯(1990)、贾承造等(1997)、何登发(2002)

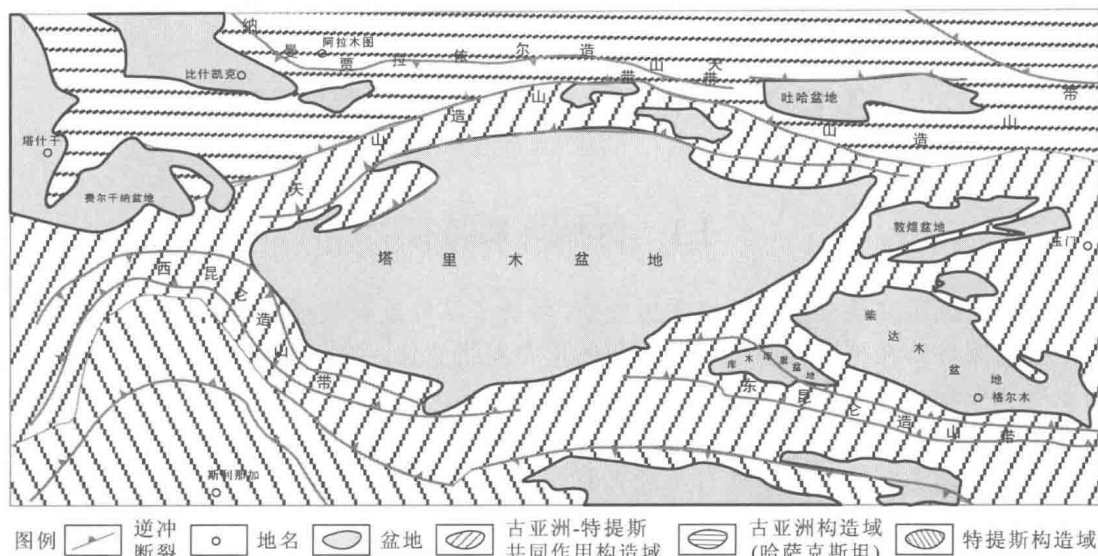


图 1-1 塔里木盆地及其周缘盆山体系图（许志琴等，2011）

等比较系统地总结了震旦纪以来该区不同盆地原型的特征和展布。本次通过对塔里木盆地地震大测线（Z40、Z50、Z55、Z60、Z70、L250）、90 余条二维地震测线，卡 1、卡 4 三维地震资料的解释及构造演化分析，认为现今塔里木盆地是在地质历史中受天山、昆仑山、阿尔金山构造域长期演化所控制、不断转换、不断遭受改造而在中生代定型的盆地。自震旦纪以来经过多次的裂解、闭合，至喜山期最终碰撞关闭形成的夹持在天山和昆仑山之间的大型复合型盆地，它是在不同板块构造运动体制和多阶段作用下形成的。结合塔里木盆地周缘构造背景，将塔里木盆地形成演化历程划分为 5 大构造旋回：①震旦—奥陶纪原特提斯稳定克拉通与被动大陆边缘盆地原型发育阶段；②志留—中泥盆世原特提斯关闭前陆盆地—克拉通边缘拗陷盆地原型发育阶段；③晚泥盆世—三叠纪古特提斯开合交替背景下克拉通周缘裂陷（拗陷）—内部裂陷（拗陷）—前陆盆地原型发育阶段；④侏罗—古近纪新特提斯开合交替背景下断陷—拗陷盆地原型发育阶段；⑤新近纪以来复合前陆盆地原型发育阶段（表 1-1）。

早震旦世在三个大洋或正裂解的陆间窄洋盆的包围之中，塔里木古陆块形成的克拉通上，发育了塔南、沙雅两个古隆起，中部克拉通内部拗陷原型盆地；受 NE—SW 向拉张应力作用，东部发育了受张性断裂限制的库满坳拉槽原型盆地。此时塔中 I 号深部也发育正断裂，通过应力背景并结合平衡剖面分析，认为早期拉张背景下形成走向 NW，倾向 NE 的基底正断层，仅断开震旦—早寒武世，晚奥陶世才受区域 SN 向挤压，形成倾向 SW 的塔中 I 号边界主断裂。如果认为是早奥陶世末应力反转大规模逆冲，那么上下两盘中上奥陶统上千米的落差，必然导致垮塌堆积，但是剖面上没有找到相关反射特征，因此认为周缘在加里东中期早幕的应力反转没有第一时间传递到中央隆起区，而是在晚奥陶世才开始大规模逆冲隆升。

表 1-1 塔里木盆地构造演化一览表

时代		构造旋回		主要构造运动	主要构造反转	演化阶段	
代	纪	旋回	阶段				
Kz	Q	新特提斯洋 开合旋回	新特提斯洋关闭阶段	喜山晚期运动	正反转时刻	复合前陆盆地	
	N		新特提斯洋消减阶段		负反转时刻		
	E		新特提斯洋消减阶段	喜山早期运动 燕山晚期运动	负反转时刻	断陷盆地阶段	
Mz	K				正反转时刻		
	J ₂₊₃			负反转时刻			
	J ₁		新特提斯洋拉张阶段	燕山早期运动	负反转时刻		
T ₃	古特提斯洋 开合旋回	古特提斯洋关闭阶段	印支运动	正反转时刻	弧后前陆盆地 前陆盆地阶段		
		T ₁₊₂		古特提斯消减阶段			
Pz ₂	P ₂₊₃	古特提斯洋 开合旋回	古特提斯消减阶段	海西晚期运动	正反转时刻	弧后前陆盆地 前陆盆地阶段	
	P ₁		古特提斯拉张、残余古亚洲 洋手风琴式张、消交替— 关闭阶段		负反转时刻		边缘裂陷、内 部拗陷或火山 喷发阶段
	C ₂				正反转时刻		
	C ₁				负反转时刻		
	D ₃			海西早期运动		周缘前陆 盆地阶段	
	D ₁₊₂	前特提斯洋关闭、古亚洲 洋消减阶段					
Pz ₁	S ₂₋₃	古亚洲洋、前特提斯 洋开合旋回	前特提斯洋消减阶段	加里东晚期运动	正反转时刻		
	S ₁						
	O ₃		前特提斯洋消减阶段	加里东中期运动		克拉通边缘拗 拉槽被动边 缘、内部拗陷 发育阶段	
	O ₂						
	O ₁		古亚洲洋、前特提斯洋拉 张阶段	加里东早期运动			
	Є						
AnЄ	Z ₂	原中国古陆形成旋回	塔里木运动	负反转时刻	克拉通边缘拗 拉槽发育阶段		
	Z ₁						
	Anz						

晚震旦世，古昆仑洋、古亚洲洋主要为拉张背景，张性断层在周缘活跃，盆地大部分地区为克拉通内拗陷，沙雅和塔东南为隆起区；寒武纪至早奥陶世，各个地块漂移，古亚洲洋主要为拉张背景，在盆地内部尤其是巴楚—卡塔克一带发育 NW—SE 向和近 EW 向早期正断裂，部分断裂仅断入寒武系或下奥陶统，后期改造作用不明显，仍保持正断裂形态；多数断裂由于加里东晚期—海西期以及喜山期运动的强烈挤压，沿着早期正断裂系统大规模反转逆冲，上覆地层抬升形成古隆起，早期正断裂继承性活动成为古隆起的边界断裂（塔中 I 号断裂、色力布亚断裂等），并且对奥陶系的沉积也起到了明显的控制作用，进而影响后期成藏演化。中晚奥陶世的构造变革导致塔里木盆地构造格局出现强烈分异，盆地动力学背景从张性转为压性挤压背景，周缘的挤压、逆冲造山导致古地理背景变化。

塔东南阿尔金隆起活动,局部隆起进一步发育,在塔西克拉通内部坳陷有和田低隆起、玛参1井低隆起、卡塔克低隆起和轮台低隆起,在庫满坳拉槽有阿克苏低隆起和罗布庄低隆起。东边的庫满坳拉槽与西边连通,展示了当时南北挤压,东西展布的原型盆地特征。奥陶纪末沙雅隆起和EW向中央隆起基本形成,且以中央隆起剥蚀最为严重,并使震旦—奥陶纪沉积时形成的古隆起(英买力—轮南隆起、卡塔克隆起)隆升幅度进一步加大。

早志留世盆地北部、西南部持续遭受NE—SW向挤压,塔里木克拉通南部阿尔金隆起与和田低隆相连,形成大范围的南部隆起,北部原阔克苏低隆起向西扩展形成近EW向沙雅隆起,至依木干塔乌组沉积期,盆地东南部隆起区和沙雅隆起连成一片。至中泥盆世末塔里木盆地发生大规模的海西早期运动,造成盆地内大面积隆起,是沙雅、卡塔克两大隆起的主要形成期,上泥盆统及下伏地层遭受强烈剥蚀,对应的 T_0^0 反射波在卡塔克东南部、满加尔坳陷东部、沙雅隆起等地区表现出上超下削性质,形成了古生代隆凹相间的基本构造格局。晚泥盆世已经由前特提斯转化为古特提斯的大格局,早石炭世盆地西部柯坪隆起、西南部和和田隆起、东南部阿尔金隆起发育;至石炭纪末,塔里木盆地北缘天山隆起形成,此前的沙雅隆起、塔东隆起连成一片,形成东部隆起,占据盆地中东部大部分位置,主要为隆起剥蚀区。早二叠世开始,天山构造域拉张作用加强,在克拉通周缘的洋盆普遍发育基性、超基性火山岩,而且在塔里木克拉通边缘和内部原加里东断裂区发育张性断裂活动,但断距不大,克拉通内部稳定区则没有断裂活动,部分火山岩以熔透方式溢出,与断裂无关。赵锡奎等(1998)认为,塔里木盆地早二叠世的玄武岩与整个古特提斯构造域火山岩均代表岩石圈深部拉张构造环境,中国西南地区反映强烈拉张,而塔里木盆地北缘的玄武岩则代表了挤压汇聚期或汇聚后的有限拉张。岩浆沿先存的或新生的高角度或走滑断裂溢出,由于拉张较弱,在地壳浅部表现为“拉而未裂或裂而未陷”的构造特征。同时盆地东北部大面积隆升剥蚀,克拉通内部裂陷中也发育小规模隆起。晚二叠世末发生海西晚期构造运动,南侧的甜水海地体与塔里木板块发生碰撞,导致古天山山脉的进一步隆升,塔里木克拉通整体遭受挤压,盆地东部抬升遭受剥蚀,海水西退,使晚二叠世晚期在塔西南形成的前陆盆地逐渐向盆地中部迁移,在今巴楚地区形成古隆起。

三叠纪是古陆块汇聚最活跃的时期,早三叠世克拉通内部普遍遭受剥蚀,西部及东南部发育大型隆起,在中部坳陷和库车前陆盆地之间发育新和前缘隆起;至晚三叠世,北部天山隆起持续发育,新和隆起向西延伸,东部和西部隆起分别向西、向东扩大,使得中部克拉通内部坳陷呈不规则的南北向盆地。三叠纪末发生印支构造运动,受羌塘地块与塔里木陆块的陆陆碰撞拼贴事件影响,卡塔克和塔东北地区的大部分地区都在这次构造运动之后被抬升为陆地,遭受不同程度的剥蚀,麦盖提斜坡以及巴楚隆起几乎剥蚀了全部三叠系,而北部的新的前缘隆起被沉积覆盖,同时也使塔里木盆地内近东西向发育的构造格局转化为一组NW向为主的大型构造带。

侏罗纪进入新特提斯开合交替背景下断陷—坳陷盆地原型发育阶段。早侏罗世拉张作用较强烈,阿尔金山南北发育右旋走滑作用下扭张断裂,塔里木主体发育了塔东北陆内坳陷,西部隆起和沙雅隆起,在现今的巴楚隆起一带处于隆起剥蚀状态;晚侏罗世挤压作用加强,断陷作用停止,盆地的隆起状态表现得更为突出,西部隆起、东部隆起连片为南部隆起,新和隆起与天山隆起也相互连接在一起。早白垩世周缘全部为隆起剥蚀状态,塔里

木盆地已初具现今盆地形态,盆地主体区存在西部隆起和东部隆起两个古隆起,新和隆起已经发育为水下隆起;晚白垩世除了塔西南拗陷仍发育外,塔里木克拉通大部分地区都处于抬升状态并遭受剥蚀。现今的巴楚隆起、卡塔克隆起、麦盖提斜坡、塘古巴斯拗陷、塔南隆起和东南拗陷西部,是三叠纪以来长期发展的隆起剥蚀区,白垩纪末剥蚀面积为 $25.16 \times 10^4 \text{ km}^2$,其中以巴楚地区地层剥蚀厚度较大,为500~700m。

始新世末盆地南缘印度板块与欧亚大陆板块开始碰撞,使盆地地处于强烈挤压构造环境,周边山系开始褶皱隆起,差异性升降运动显著加强,进入复合前陆盆地演化阶段,沙雅隆起、塔南西部隆起等为水下隆起,巴楚隆起已经出露水面,成为剥蚀性隆起,整个盆地范围有东延趋势。新近纪昆仑造山带、阿尔金造山带的崛起,导致塔里木盆地遭受最显著的碰撞后汇聚,形成SW向挤压和SE向左旋走滑作用,北部天山构造域承受南部挤压,周缘隆起带普遍隆升、逆冲,阿瓦提—库车前陆盆地与塔东南前陆盆地呈NEE或NE向,二者共拥的卡塔克隆起呈一弧形带展布,西接巴楚隆起(为剥蚀型隆起)。新近纪晚期由于喜山运动的加强,印度板块向欧亚板块的碰撞导致塔里木克拉通遭受汇聚后挤压的远程效应明显,塔里木克拉通周缘隆升、逆冲、走滑、推覆强烈,使得塔里木克拉通内部强烈变形。吐木休克断裂、色力布亚—玛扎塔格断裂活动并逐渐加强,二者构成的背冲断块(塔西南前陆盆地的前缘隆起)开始大规模形成,并与卡塔克隆起相连构成大型中央隆起带。第四纪以来盆地边缘造山带的运动学过程基本一致,但强度不断增加,形成一个统一的大型陆内拗陷,更新世时盆地开始萎缩,周围褶皱山系的不断隆升,逐渐造成盆地的强烈封闭,并随着气候干燥而逐渐沙漠化,并最终形成现今地貌景观。

1. 塔中地区构造演化特征

塔里木盆地主要经历了塔里木运动、加里东运动、海西运动、印支运动、燕山运动、喜马拉雅运动的多期改造,具有复杂的构造演化史。其中对塔中地区影响显著的是早奥陶世末的加里东早期、晚奥陶世末的加里东中期、志留纪末期的加里东晚期、中泥盆世末的海西早期及早二叠世末的海西晚期等运动。其中加里东晚期构造运动中对塔中地区影响最为强烈,这一次构造运动形成了塔中下古生界地层的隆起构造,使得志留系地层与下奥陶系地层以削截的形式成角度不整合接触,上覆构造层之间表现为局部的角度不整合。

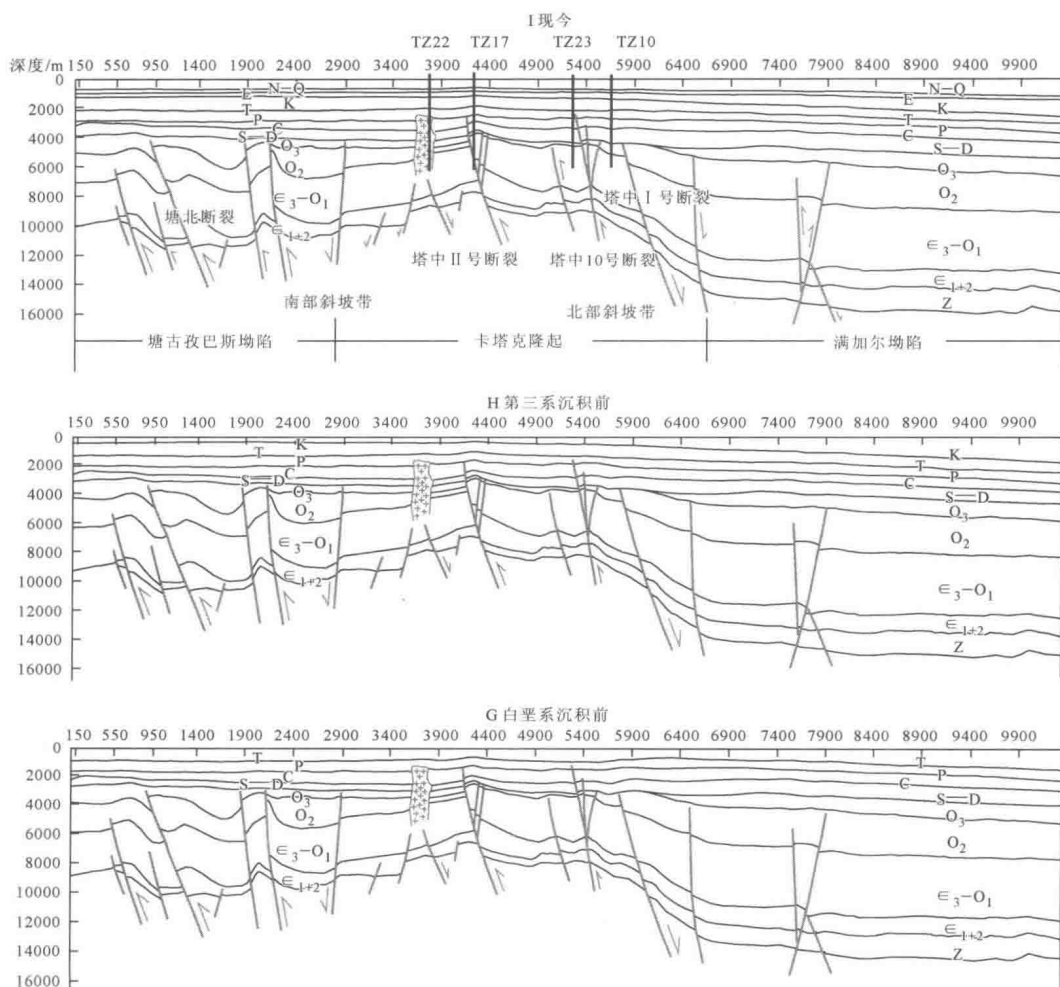
1) 塔里木运动

在元古代漫长的地质时期,塔里木及其外围地区地壳构造活动性强,在古塔里木地块(含南天山、西昆仑)基底形成过程中,经历了两次普遍而强烈的构造运动,即中条运动和晋宁运动(相当于塔里木运动)。早元古代末的中条运动为聚敛运动,晚元古代末的晋宁运动使古大洋最终封闭而转化为克拉通,由中上元古界浅变质岩系和下元古界、太古界深变质岩系组成结晶基底。形成古塔里木地块。至此塔里木地块由地壳的活动状况转变为地壳构造的稳定区,震旦纪时,整个地块处于一个拉张构造背景下的陆表海环境。由于受晋宁运动影响,地台基底地形起伏不平,地势相对高差大,地台边缘下沉,地块内部相对隆起,震旦系盖层呈超覆或充填方式沉积,前震旦纪基底古构造具三

隆两凹格局（北部隆起、北部凹陷、中央隆起、西南凹陷、南部隆起）。塔中地区处于隆起与坳陷的边缘过渡地带，其北东方向为裂谷下陷的满加尔坳陷区，西南方向为缓慢抬升的台地区。

2) 加里东早期运动

从震旦纪开始，塔里木盆地进入区域伸展的构造背景。从震旦至早中寒武世，塔中为近 EW 向的台地边缘斜坡或坳陷，发育以向北倾为主，少部分南倾的张性断裂，为一被动大陆边缘的浅海碳酸盐岩台地，处于拉张的离散大陆边缘环境，斜坡总体向北倾。晚寒武世—早奥陶世，塔中地区处于塔西克拉通内坳陷的东部，伸展背景下，张性断层发育（图 1-2B）。此时期，塔中 I 号深部断裂为代表的张性断层形成，该断层为一倾向北东，走向北西的基底张性断裂，与库满坳拉槽南界断裂走向一致，说明为同一应力背景。此断裂对断裂北侧满加尔坳陷靠近塔中一侧的寒武系—奥陶系的沉积起控制作用，使得顺南一带的寒武系—奥陶统厚度上盘（断层北侧）大于下盘的厚度。



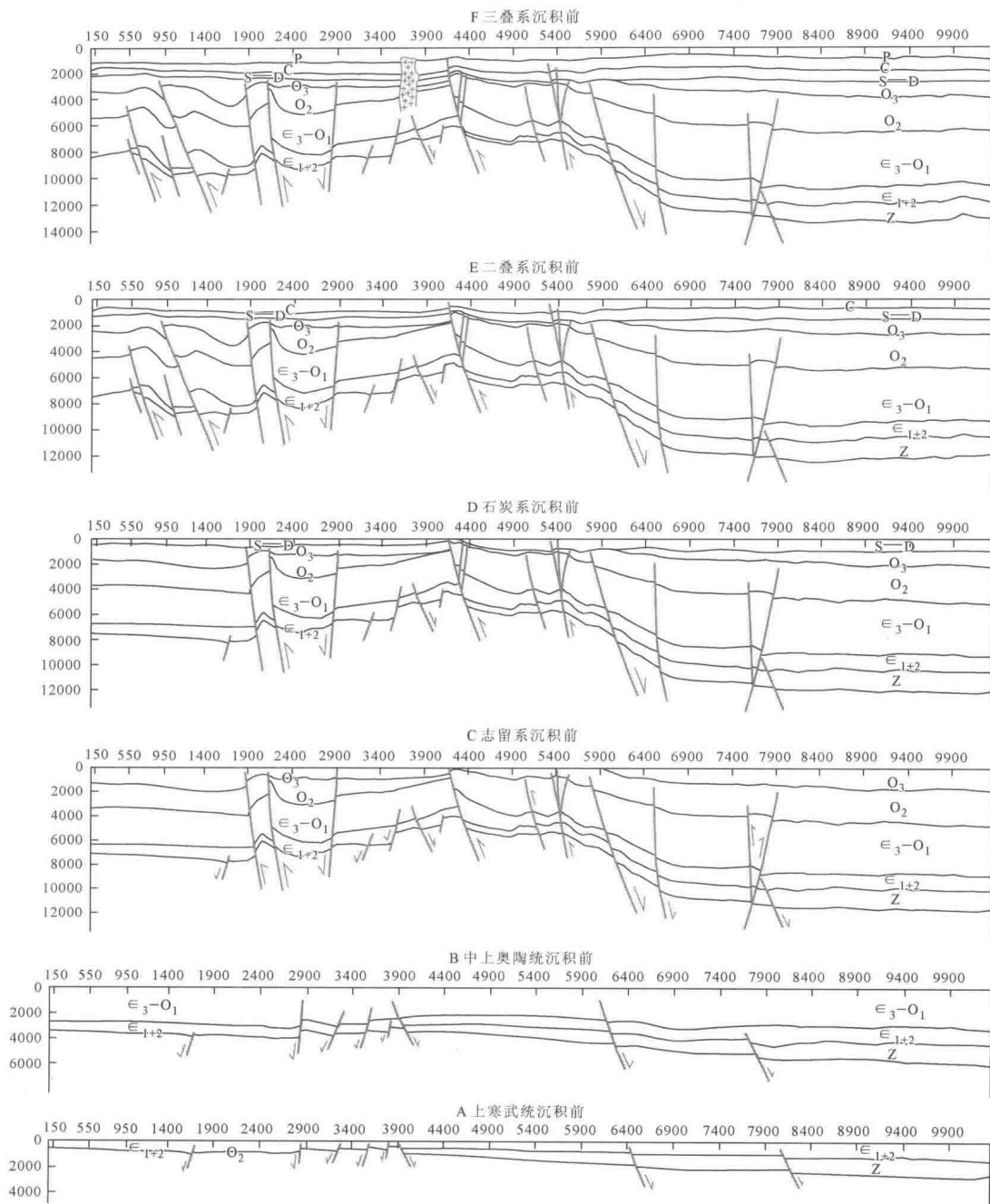


图 1-2 塔中地区 TZ01-448SN 测线构造演化剖面图

3) 加里东中期运动

中奥陶世初,塔里木盆地南北边缘板块处于稳定状态,库满坳拉槽的向西发展与快速沉降、充填,塔中地区地层整体抬升遭受剥蚀,地台中央形成了一个低隆起背景。此时塔中地区塔中 I 号深层正断裂继承性活动,为塔中隆起东北部的陡边缘。

中奥陶世晚期,塔里木克拉通周缘开始由大陆伸展环境向聚敛构造环境转变,盆地性

质由被动大陆边缘背景下的拉张型盆地向挤压型盆地转变, 卡塔克地区在此背景下, 地层开始变形并开始隆升。塔中 I 号、塔中 II 号和塔中 5 井断裂开始活动, 全区下奥陶统一间房组剥蚀殆尽, 鹰山组遭不同程度剥蚀, 卡塔克隆起萌生。中下奥陶统遭剥蚀已为区内数口井钻探成果证实, 地震剖面解释亦可证实, T_7^4 — T_8^1 层序所代表的上寒武—中奥陶统在隆起的顶部明显比南北斜坡的厚度薄, 更不及塘古孜巴斯坳陷和满加尔坳陷的厚度。

晚奥陶世末的加里东中期运动二幕, 在上奥陶统良里塔格组和桑塔木组超覆沉积在东低西高、中部隆起两侧低凹的古地形上和较强的南北挤压背景下, 寒武—奥陶系在中奥陶世萌生的低隆起基础上进一步褶皱隆升, 塔中 I 号、II 号、塔中 5 井断裂重新活动。塔中 I 号断裂反向发育为逆断层, 此时期塔中 I 号断裂带对沉积已无明显的控制作用。塔中 10、塔中 8-1 井、塔中 3 井和塔中 22 井等断裂开始活动, 亦产生了一批小断裂, 进而形成各断裂带及其间的局部构造, 塔中隆起雏形形成, 并遭剥蚀, 桑塔木组仅存于中央断裂构造带南北两侧的低部位, 残厚 20~600m 不等; 良里塔格组亦仅残存于中央断裂构造两侧。

4) 加里东晚期运动

志留纪塔里木地台整体抬升, 塔中古隆起呈现为一套滨岸相, 沉积厚度相对均匀, 志留系地层向南超覆沉积。志留纪末, 南北挤压构造作用强烈, 卡塔克隆起带东部进一步隆升, 地层抬升并遭受强烈的剥蚀, 志留系大面积缺失剥蚀, 并形成了志留系与上覆泥盆系的角度不整合接触关系。此时期, 中央断裂带为一“低梁”, 在中央断裂带的高隆部位, 志留系下统、中上奥陶统地层完全被剥蚀, 致使志留系红色泥岩直接覆盖于下奥陶统的云灰岩之上, 形成 T_6^2 、 T_7^0 、 T_7^2 、 T_7^4 等多个不整合界面的叠合区。加里东晚期运动使塔中地区构造格局发生了重大变革, 构造高点发生了重大变迁, 古隆起东部地区的抬升, 前期西部高部位逐渐向西倾没, 形成向东翘起的鼻状构造雏形。中央隆起区及其南部地区强烈逆冲褶皱, 隆起明显得到加强, 塔中古隆起雏形得到了进一步继承和发展。

5) 海西早期运动

中泥盆世末的海西早期运动造成了石炭系与泥盆系及更老地层间的区域不整合接触, 这是塔里木盆地及其周缘地区发育最广泛的不整合面之一, 又称库米什运动 (黄河源, 1986) 或阿克库勒运动 (张先树等, 1991)。该期构造运动使部分地区发生构造反转隆升, 并出现第一次准平原化过程, 石炭系覆盖在下伏不同时代的地层之上 (汤良杰, 1996)。

志留系—中泥盆统超覆沉积于东低西高、隆起轴部高、南翼稍高、北翼低的地形上。中泥盆统沉积后, 强烈的南北向挤压使寒武—中泥盆统在雏形隆起上进一步褶皱隆升, 中央断裂构造带和南北两侧的各断裂构造带进一步活动得以强化, 其间次级逆冲断裂亦已形成, 前期形成的局部构造得以强化和改造的同时, 又产生一批新局部构造, 隆起定型。海西早期运动与奥陶纪末的加里东中期构造运动相比, 该期构造运动对塔中地区的影响较小, 所以塔中的大部分区域, 特别是中部、西部和北部地区构造活动强度低, 未能将 S—D 地层剥蚀或剥蚀不强烈 (图 1-2 中 D)。定型后的隆起仍呈南翼稍高于北翼之势, 但东端隆起的幅度远大于西部, 呈现了东高西低向西倾没的鼻状隆起。隆起西段北翼的中 1 井附近的断裂组合, 下断入基底, 上切 T_7^0 进入志留系。隆起的形成使寒武系—中泥盆统遭受剥蚀, 中央断裂构造带内志留系—中泥盆统荡然无存, 并向下剥蚀残留的下奥陶统。志留

系一中泥盆统东部剥蚀强度大, 隆起两翼渐弱, 显示了西部厚、两翼厚、东部薄的趋势。

6) 海西晚期运动

二叠纪早期, 海水逐渐向西退却, 盆地东部大片地区不断抬升为陆地, 发育陆相沉积物, 同时塔中地区东部部分小海子组被剥缺。早二叠世末, 海西运动晚期早幕, 塔里木板块与周边西昆仑地块碰撞及南天山洋的最终关闭, 造成塔中地区局部地区火山喷发和岩浆侵入; 同时隆起区东部抬升, 西部下降, 在原海西早期台背斜的背景上继承性发展, 形成了一个北西西向宽缓的大型鼻隆。中二叠世, 中基性岩浆活动强烈, 区内多处沿断裂侵入于寒武—志留系, 并喷溢地表 (图 1-2 中 F), 多口钻井钻遇沿断裂侵入的辉绿岩岩脉。使区内分布大面积的中基性火山岩, 顺层侵位呈岩盘、岩床的辉绿岩分布在东高西低、南高北低的隆起上。

中二叠世末, 随塔里木板块与欧亚大陆从东向西剪刀式碰撞完成, 塔里木盆地全面抬升, 结束了海相克拉通。近南北向的挤压, 使塔中隆起的古生界轻微变形; 沿中央构造带隆升显著, 除塔中 1 号断裂外, 其他断裂带及次级断裂再次活动, 多数仅断穿 T_6^0 , 少数断穿 T_5^4 进入二叠系, 2 号断裂的西端可见断至 T_5^0 。各断裂带内与断裂有关的局部构造最终形成, 塔中隆起得以强化。

7) 印支—燕山运动

从三叠纪开始, 塔中地区进入内陆湖泊, 河流沉积阶段。三叠纪末的印支运动使塔东隆起形成并定型, 侏罗系地层覆盖在从三叠系到奥陶系的不同地层之上, 羌塘地体与欧亚大陆拼贴导致的印支运动使盆地抬升, 但地层未褶皱变形, 断裂未活动, 仅南北向翘倾, 三叠系遭剥蚀, 一直延续至侏罗纪末。白垩纪塔中地区位于陆内坳陷的西南部, 沉积了河流三角洲相红色碎屑岩建造, 燕山晚期, 受来自南方的挤压, 盆地抬升, 白垩系受剥蚀, 地层未变形, 断裂未活动 (图 1-2 中 H)。塘北地区在燕山—喜山期, 受到吐木休克断层活动的影响, 早期形成的断裂发生重新活动, 并影响到石炭系上覆地层, 使之挠曲变形。但由于受西侧巴楚断隆隆升的影响, 在海西期以前形成的圈闭得到部分改造, 例如塔中 18 井附近圈闭在二叠纪末已开始发育, 印支期受东北—南西方向持续挤压, 石炭系背斜构造继承性隆升, 而且越向西变形越明显。

8) 喜马拉雅运动

古近纪, 喜山早期塔里木盆地为伸展环境, 该期本区位于坳陷盆地的中南部, 接受了小于 500m 的棕红色碎屑岩沉积。渐新世末, 随全盆的抬升而抬升, 地层未变形, 无断裂活动。喜山中期随着塔西南和库车前陆盆地的形成和发展, 全盆内统一的陆内坳陷盆地形成, 本区成为其一部分。在中新世、上新世、早更新世三期盆地沉降和中新世末、上新世末、早更新世末三期边缘造山、盆内抬升过程中, 卡塔克隆起始终随盆地的沉降而沉降, 随其抬升而抬升, 地层未变形亦无明显断裂活动 (图 1-2 中 G)。总之, 晚二叠世以来, 塔中隆起处于稳定的沉降和抬升过程, 未受明显的改造。

综上所述, 塔中地区在寒武纪—中奥陶世为克拉通内坳陷一部分, 塔中 1 号深层断裂、中 2 井断裂提供了隆起发育的基础条件, 中奥陶世末塔中隆起萌生, 加里东中期二幕, 形成雏形, 海西早期定型, 海西晚期进一步强化, 印支、燕山运动影响不大, 喜山运动亦未显著改造, 故而是一个稳定的古隆起。

2. 巴楚地区构造演化特征

根据区域构造事件,结合巴楚地区主要构造层的厚度变化特征,主要断裂构造带的断裂特征、构造样式的分析研究认为,巴楚地区的构造演变格局可以划分为五个阶段:加里东早中期、加里东晚期—海西早期、海西晚期、印支—燕山期和喜马拉雅期。

1) 加里东早中期运动阶段

震旦纪,塔里木地块处于岩石圈伸展构造状态,强烈的伸展作用一直持续到早古生代早期。研究区在基底隆起的构造背景下,震旦系表现为一平缓的低隆起。震旦纪末受构造运动影响,呈现一个平缓的低凸起,剖面上可见寒武系与震旦系之间的不整合关系,古隆起南翼可见早寒武世地层由南向北在震旦纪古隆起上超覆沉积,沉积体系由深水浊积岩系逐渐演变为浅水陆相—滨岸沉积体系和浅水台地碳酸盐沉积体系,同时局部发生玄武岩岩浆活动。该时期麦盖提斜坡—巴楚隆起地区位于该裂谷带的北部,虽然也处于基底伸展状态,但构造断陷作用相对较弱,仅在局部发现小型张性断裂,且平面延伸性较差。

早—中寒武世处于区域伸展背景,是裂谷、坳拉槽、被动大陆边缘和碳酸盐岩台地发育时期,在巴楚隆起东部的小海子和和田河区块中下寒武统地层中发育一系列NW走向的小型张性断裂,未切穿 T_8^1 ,部分呈现同沉积特征,表明中寒武世末发生了一次弱的挤压运动(图1-3中A)。此时期受塔西南南缘地区震旦—寒武纪裂解作用的影响,莎车—和田一带发生均衡肩部翘升,麦盖提斜坡部位发育塔西南古隆起(和田古隆起),呈现NWW向条带状展布。此时巴楚地区位于古隆起西北高隆的东北翼的平缓斜坡低部位,基底表现为向北的倾伏,地层沉积向塔西南古隆起方向减薄,而麦盖提地区位于东南端的低隆斜坡区,明显高于巴楚地区。晚寒武—早奥陶世为区域弱伸展背景,是形成被动大陆边缘的浅海碳酸盐岩台地和斜坡时期;基本延续了早—中寒武世古构造格局。

中奥陶世末期,塔里木地块由被动大陆边缘向主动大陆边缘转变,构造作用从拉张环境向挤压环境转变,该构造事件导致研究区掀斜,西南部抬升幅度大,NWW向展布的塔西南古隆起(和田古隆起)继承隆升,整体呈现西南高北东低的格局,麦盖提北部及现今巴楚隆起区是当时隆起的北倾斜坡(图1-3中B),麦盖提及其以南地区中下奥陶统遭受不同程度的剥蚀,研究区广泛发育一期第一期岩溶,色力布亚—玛扎塔格一带一间房组剥蚀殆尽。

晚奥陶世末期,巴楚地区在加里东中期开始遭受强烈挤压,寒武系—中下奥陶统发生褶皱变形,早期张性断裂选择性反转冲断,例如南缘带附近的色力布亚、海米罗斯1号、玛扎塔格南断裂、古董山断裂等,同时吐木休克断裂、巴东、卡拉沙依等断裂在该构造事件中开始发育,北西向斜列断裂带初具规模。巴麦东南的塘北断裂带形成了一系列北东向展布的叠瓦状的逆冲推覆带,导致麦盖提斜坡东部褶皱隆升(图1-3中C)。在强烈挤压环境作用下,本区再次掀斜,西南部的上奥陶统大面积遭受剥蚀,中下奥陶统再次暴露剥蚀,研究区西南部发育第二期岩溶,形成倾向北东的剥蚀斜坡。