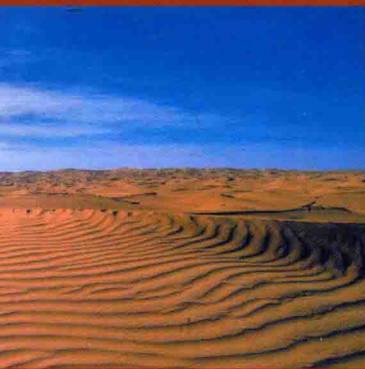


塔里木盆地塔中地区 油气成藏特征与成藏模式

时保宏 赵靖舟 著



TALIMU PENDI TAZHONG DIQU
YOUQI CHENGANG TEZHENG YU CHENGANG MOSHI

石油工业出版社

西安石油大学优秀学术著作出版基金资助出版

塔里木盆地塔中地区 油气成藏特征与成藏模式

时保宏 赵靖舟 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是关于塔里木盆地塔中地区油气成藏研究方面的专著,以塔中地区已发现的奥陶系、志留系和石炭系油气藏为对象,系统分析了其油气地球化学特征、成藏期次和成藏时间,结合塔中古隆起的构造演化史,总结了不同层系油气成藏机制与成藏模式。

本书可供从事油气地球化学、油气成藏地质学研究的科研人员和高等院校从事石油地质综合研究的教师 and 研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

塔里木盆地塔中地区油气成藏特征与成藏模式/时保宏,赵靖舟著.
北京:石油工业出版社,2015.8

ISBN 978-7-5183-0849-1

I. 塔…

II. ①时…②赵…

III. ①塔里木盆地-油气藏形成-研究②塔里木盆地-成藏模式-研究

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 195198-号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:<http://www.petropub.com>

编辑部:(010)64251362 图书营销中心:(010)64523633

经 销:全国新华书店

排 版:北京苏冀博达科技有限公司

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:6.75

字数:173 千字

定价:30.00 元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

塔里木盆地是中国最大的陆上含油气盆地,面积约 $56.0 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。勘探和研究证明,塔里木盆地蕴藏着丰富的油气资源,具有良好的油气勘探前景。由于塔里木盆地是一个典型的叠合复合型盆地或改造型盆地,具有多种盆地类型、多期构造运动、多套烃源岩、多个含油气系统、多期成藏、多期调整再分配的石油地质特点,油气藏形成与分布十分复杂。

塔中地区位于塔里木盆地中央隆起带中部,在古生代早期沉降接受了巨厚的沉积,这使得该地区发育了多套烃源岩和储盖组合,面积大、幅度高的背斜等构造圈闭发育,具备了良好的油气藏形成条件,是塔里木盆地油气生产和勘探的重要地区之一。

经过十几年坚持不懈的勘探努力,在塔中已陆续探明塔中 4、塔中 40、塔中 16、塔中 10、塔中 11、塔中 45、塔中 47 等油气藏和一大批含油气构造。目前在奥陶系、志留系、石炭系等多个层系均有油气发现,大大拓展了塔中地区的勘探领域。

本书以塔中地区奥陶系、志留系和石炭系油藏为研究对象,研究不同层系油气藏的静态特征,成因联系和成藏模式。通过对塔里木盆地塔中地区油气成藏特征和成藏模式的研究,得出以下主要认识:

(1)通过对塔中地区地质剖面构造演化的平衡剖面分析,认为塔中地区奥陶纪末以褶皱运动为主,为塔中古隆起的开始形成期,志留纪、泥盆纪为塔中古隆起的发展定型期,早海西期后以构造迁移及改造为特征,石炭—二叠纪为构造调整、定型期,中—新生代为稳定演化阶段,经历了构造微弱改造期。塔中古隆起形成早,发育稳定,继承性好,而且长期位于油气运聚的指向区,有利于多期油气捕获。

(2)圈闭形成及演化史、烃源岩生烃史、储层沥青分析、包裹体分析等不同方法综合分析表明,塔里木盆地塔中地区油气藏具有多期充注、多期调整的特点。主要的充注成藏期有三期,即晚加里东—早海西期、晚海西期和喜马拉雅期。主要的调整再成藏时期也有三期,分别为晚海西期、燕山期和喜马拉雅期。其中除晚加里东—早海西期形成的油气藏已普遍遭到破坏外,目前保存下来的主要是晚海西期和喜马拉雅期油气藏。

(3)成藏地球化学分析表明,塔中地区不同层位的油气成藏主要来自两期充注。第一次充注发生在奥陶系和志留系储层,志留系储层由于保存条件较差,天然气散失殆尽,原油遭生物降解;奥陶系储层由于保存条件较好,原油得以保存,少量天然气也保存了下来。第二次油气充注同时发生在奥陶系、志留系和石炭系

储层。志留系和奥陶系原油表现出了二次充注的特点。

(4)据成藏史、构造演化史等分析,塔中地区奥陶系、志留系成藏主要经历了晚加里东—早海西期初次成藏与破坏阶段、晚海西期再成藏阶段及喜马拉雅期气侵改造与凝析气藏形成三大阶段。而石炭系油藏主要形成于晚海西期,后受燕山—印支及喜马拉雅期(主要是喜马拉雅期)构造运动的影响,发生调整形成 C_I 和 C_{II} 油藏。奥陶系油气成藏主要受控于优质储层展布、断裂及不整合面等油气输导体系两大因素。志留系油气在加里东运动后的成藏也受到沥青砂岩分布的控制,一般沥青砂岩厚的地方对成藏比较不利。

本书所依托的研究课题得到了塔里木油田公司勘探开发研究院等单位许多领导和专家的支持和帮助。在编写过程中,得到了中国石油勘探开发研究院秦胜飞博士、西安石油大学地球科学与工程学院杨斌谊博士、刘洪军博士、曹青博士的支持和帮助,也得到了西安石油大学有关领导和专家的支持和帮助,在此向他们表示衷心感谢!书中参考、应用了大量专家的研究成果,在此向相关专家表示衷心的感谢。

由于笔者水平和认识有限,书中错误和不足在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2014 年 12 月

目 录

1 塔中古隆起构造特征及其演化	1
1.1 塔里木盆地概况	1
1.2 塔中古隆起构造单元划分	3
1.3 塔中古隆起主要地质特征	5
1.4 塔中古隆起形成演化	9
1.5 塔中古隆起油气地质条件	14
2 塔中地区油气地球化学特征	16
2.1 不同层系原油性质对比	17
2.2 不同层系原油生物标志物对比	20
2.3 成藏意义	24
3 油气成藏年代与成藏史	26
3.1 国内外研究现状及进展	26
3.2 圈闭形成期、烃源岩生烃史与成藏期	31
3.3 储层沥青与成藏年代	38
3.4 烃类包裹体与成藏期次	43
3.5 油气成藏年代与成藏期	51
4 塔中地区大中型油田成藏机制与成藏模式	53
4.1 塔中Ⅰ号断裂坡折带奥陶系油气藏类型及成藏模式	53
4.2 塔中地区志留系油藏分布与成藏控制因素	68
4.3 塔中地区石炭系成藏控制因素	83
4.4 塔中地区油气分布特征与分布规律	89
参考文献	98

1 塔中古隆起构造特征及其演化

1.1 塔里木盆地概况

塔里木盆地位于天山山脉(北缘)和昆仑山脉(南缘)之间,其东侧边缘以阿尔金断裂带为界,面积达 $56.0 \times 10^4 \text{ km}^2$,是中国最大的陆上含油气盆地。塔里木盆地油气资源丰富,预测石油资源量为 $113.55 \times 10^8 \text{ t}$,天然气资源量为 $11.33 \times 10^{12} \text{ m}^3$,分别占全国资源量的 12% 和 20%,是中国石油工业发展最重要的后备地区(王涛,2014)。但由于其具有多种盆地类型、多期构造运动、多套烃源岩、多个含油气系统、多期成藏、多期调整再分配的石油地质特点,其油气藏形成与分布十分复杂,油气勘探难度大。盆内构造复杂,基底分异明显,可划分为多个具有不同演化历史的构造单元。依据盆地基底性质、地层发育及分布特征、大型断裂系的发育展布和构造样式及演化历史的差异等,塔里木盆地可划分为“三隆四坳”共 7 个一级构造单元(图 1.1),分别为库车坳陷、塔北隆起、北部坳陷带、中央隆起带、西南坳陷带、东南坳陷和塔东南隆起带等(李丕龙等,2010)。这些构造单元具有不同的构造—沉积演化历史,显示出复杂的构造—地层结构。

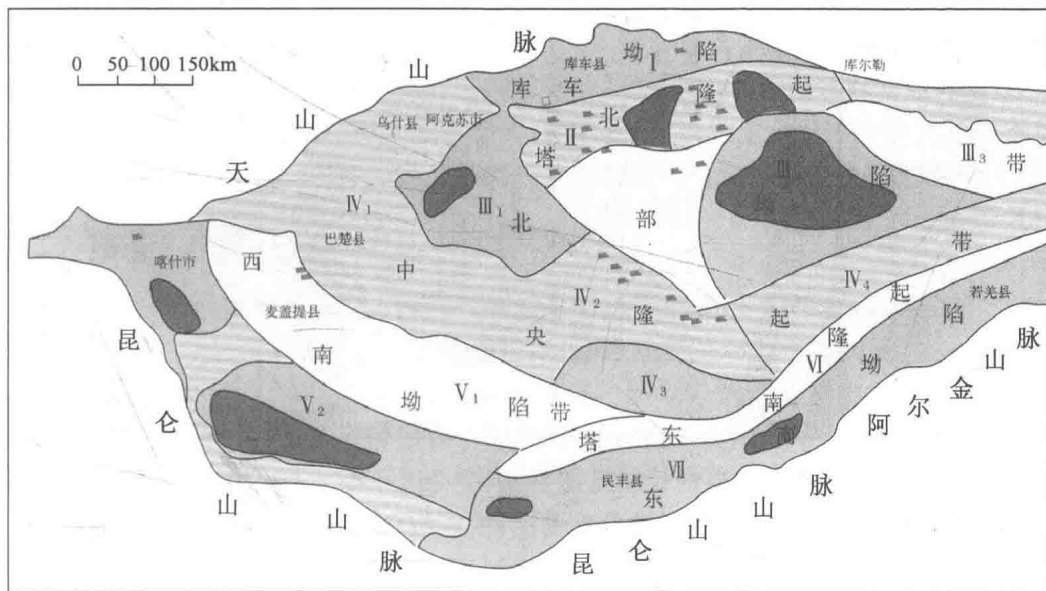


图 1.1 塔里木盆地构造单元区划图(据李丕龙等,2010)

I-库车坳陷; II-塔北隆起; III-北部坳陷带; III₁-阿瓦提断陷; III₂-满加尔凹陷; III₃-孔雀河斜坡; IV-中央隆起带;
IV₁-巴楚隆起; IV₂-塔中隆起; IV₃-塘古孜巴斯凹陷; IV₄-塔东低凸起; V-西南坳陷带; V₁-麦盖提斜坡;
V₂-喀什凹陷-叶城凹陷-和田凹陷带; VI-塔东南隆起; VII-东南坳陷

塔里木盆地的主体是位于古老陆壳基底之上的古生代克拉通盆地,晚期在南北叠加了两个中—新生代前陆盆地,总体上是一个由古生界克拉通盆地和中、新生界前陆盆地组成的大型叠合复合盆地,经历了加里东构造旋回、海西构造旋回、印支—燕山构造旋回和喜马拉雅构造旋回 4 个大的发育演化阶段(图 1.2)。

地层时代		构造层序		反射界面	年龄 Ma	东南断隆前缘					塔中隆起	满加尔凹陷	塔北隆起	原盆地发育期	构造演化阶段
第四系	Q			T ₂ ⁰		东南断隆前缘	唐古孜巴斯凹陷	塔中隆起	满加尔凹陷	塔北隆起	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	喜马拉雅旋回
新近系	N	2	VII	T ₃ ⁰							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	印度板块与欧亚板块碰撞, 青藏高原隆升
古近系	E	1		T ₃ ¹							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	印度板块与欧亚板块碰撞, 青藏高原隆升
白垩系	K	4	VI	T ₄ ⁰	-100						主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	冈底斯地块与欧亚大陆拼合, 新特提斯洋闭合
		3		T ₄ ¹							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	冈底斯地块与欧亚大陆拼合, 新特提斯洋闭合
侏罗系	J	2	V	T ₄ ²	-200						主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	喜马拉雅布江洋扩张
		1		T ₄ ³							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	喜马拉雅布江洋扩张
三叠系	T	2	IV	T ₃ ⁰							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
		1		T ₃ ¹							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
二叠系	P	4		T ₃ ²	-300						主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
		3	III	T ₃ ³							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
石炭系	C	2		T ₃ ⁴							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
泥盆系	D ₃	1		T ₂ ⁰	-400						主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
	S _{D1+2}	2	II	T ₂ ¹							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
志留系	S ₁₊₂	1		T ₂ ²							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
奥陶系	O ₃	4		T ₂ ³	-500						主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
	O ₁₊₂	3	I	T ₂ ⁴							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
	C ₃	2		T ₂ ⁵							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
寒武系	C ₁₊₂	1		T ₂ ⁶							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
				T ₂ ⁷							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
震旦系	Z	1		T ₂ ⁸	-600						主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
				T ₂ ⁹							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
				T ₂ ¹⁰							主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛
											主要不整合面	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	陆内前陆盆地	古亚洲洋闭合, 华南、华北、西伯利亚板块拼合, 特提斯洋聚敛

图 1.2 塔里木盆地发育演化阶段综合分析图(据李丕龙, 2010)

1.2 塔中古隆起构造单元划分

塔中古隆起位于塔里木盆地中央隆起带中部,现今中央隆起中段的广大地区,北以斜坡与满加尔凹陷为邻,南以逆冲断裂与塘古孜巴斯凹陷为界,西以吐木休克断裂东南段与巴楚叠加型古隆起为界,东呈过渡形式与塔东残余型古隆起西南部相连,面积为 $11.08 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

塔中凸起主要由塔中 I 号构造带、塔中北斜坡、中央断垒带、塔中南斜坡和塔中东部潜山等组成(图 1.3)。它是在前震旦系基底上发育起来的一个长期继承性隆起(贾承造,1995),总体上东南部高而西北部低,从西北向东南由发散到收敛呈扫帚状,断裂活动十分发育。塔中地区地层发育比较齐全,除了缺失侏罗系和面积缺失震旦系外,寒武系至古一新近系均有分布。寒武系主要为一套白云岩、泥质白云岩,下奥陶统以白云岩为主,中—上奥陶统在塔中 I 号断裂南北两侧岩性存在显著差异,断裂以南发育台地碳酸盐岩沉积,以北则发育盆地相的砂泥岩建造。志留系、泥盆系主要为滨浅海相碎屑岩沉积。石炭系为开阔台地相与滨浅海相碎屑岩沉积互层,自上而下可分为小海子组、卡拉沙依组及巴楚组。二叠系至古一新近系为陆相盆地沉积,二叠系上部为棕褐色泥岩夹薄层灰色粉细砂岩,中部为火山岩(玄武岩、凝灰岩),下部为棕褐色泥岩、粉砂质泥岩夹灰色细砂岩。该地区沉积厚度大、地层层系多,发育了多套生烃源岩和储盖组合,面积大、幅度高的背斜等圈闭构造发育,具备了良好的油气藏形成条件(吕修祥等,1997;翟光明等,1999,2004;孙龙德,2007;杨海军,2011)。

塔中古隆起整体呈 NW 走向,与巴楚古隆起和塔东古隆起呈斜列式排列,因断裂切割而成带状展布,构造带走向可分为 NW、NE 向两组,以 NW 向为主,平面上构造带向西发散、向东收敛;断裂以基底卷入式为主;局部构造的发育受断裂控制;西部断裂以北倾为主,东部断裂以南倾为主。局部构造样式以背斜、披覆背斜、断背斜、断块为主。局部构造及断裂于早奥陶世末开始发育,奥陶纪末定型,海西期局部调整。依据断裂与局部构造的成因联系、平面展布,塔中古隆起可划分 6 个次级构造带,塔中 I 号、10 号、5 号、1—8 号潜山、中央断垒带及南缘构造带(图 1.3)。

塔中 1 号构造带发育在塔中古隆起与满加尔凹陷转折端,是塔中古隆起与满加尔凹陷的分界构造带,也是台地与槽盆过渡的坡折地带,由 I 号断裂及局部构造构成,走向呈北西西反“S”形,全长约 165km,面积约 1880 km^2 。该带可进一步划分为西部塔中 45 号断层传播背斜带、中部挠曲带、东部冲断带。该带形成于早奥陶世,定型于奥陶纪末期,主要勘探目的层为奥陶系。构造带上共发育 9 条大小不等断裂,具有明显的分带性,断裂性质以压扭为主;共发育 7 个局部构造,构造类型以背斜和断块为主;主要储集类型为礁滩相和裂缝—溶洞型,储集性能良好,是塔中古隆起上油气勘探最有利地区之一。

塔中 10 号构造带位于塔中古隆起北斜坡中部,即中央断垒带与塔中 I 号带之间的斜坡中部,呈 NWW 走向,全长约 105km,面积约 1360 km^2 ,由塔中 10 号、12 号断裂及断层相关褶皱构成,自西向东共分 4 个次一级带,即塔中 47、塔中 10、塔中 12、塔中 16。该带形成于志留纪,定型于石炭纪末期,主要勘探目的层为志留系和石炭系,构造带上共发育 11 条大小不等断裂,塔中 10、塔中 11 等构造多被北东向小断层错开;共发育 12 个局部构造、34 个层圈闭,构造类型以背斜、断背斜、断鼻和地层上倾尖灭为主;塔中 10 号构造带具 O、S—D、C 多套含油气层系,是塔中古隆起主要的含油气区带。

塔中 5 号断垒带位于塔中古隆起东部,以塔中 5 井为界,西部呈 NE 走向,东部呈 NW 走

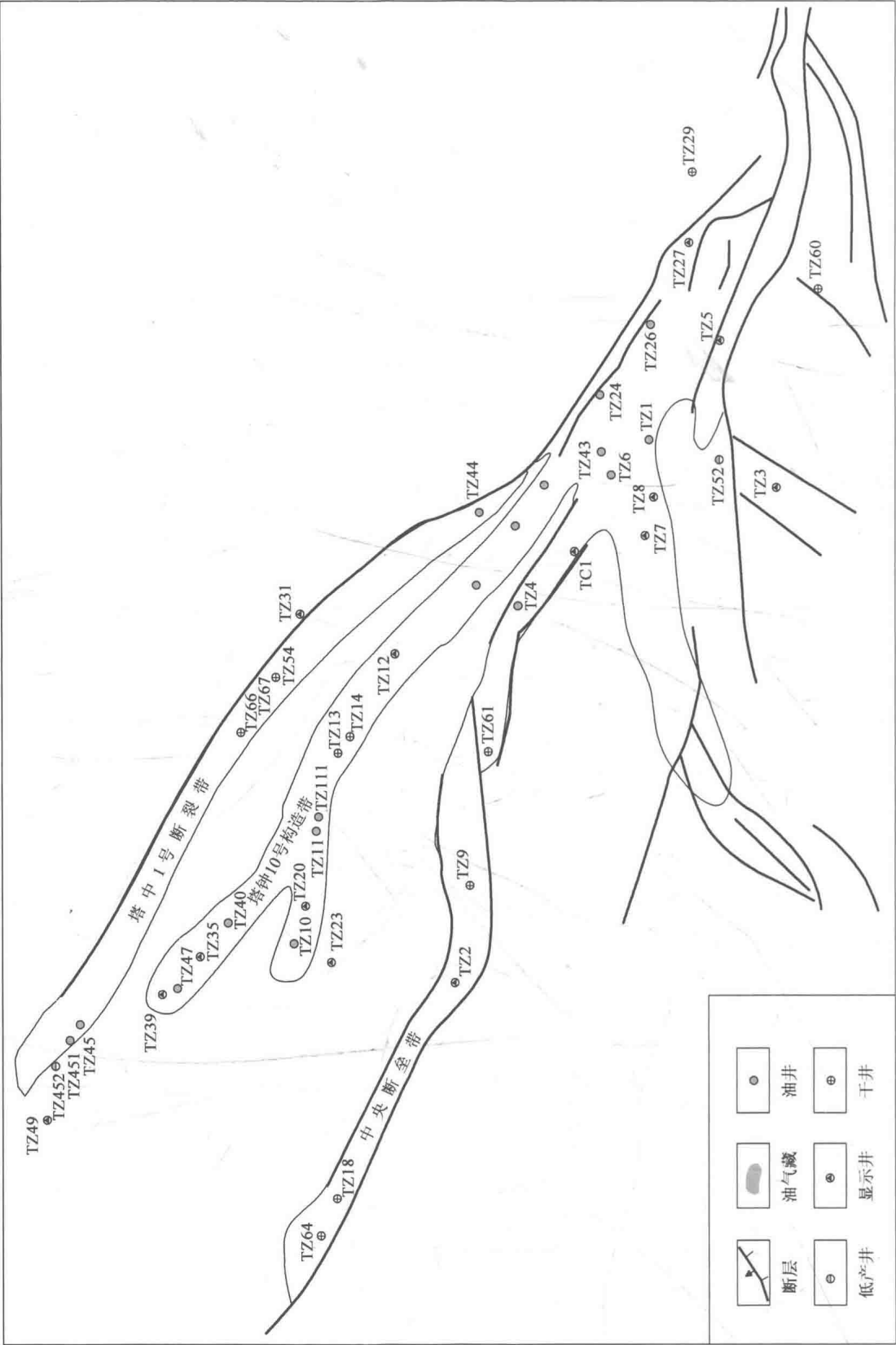


图 1.3 塔中地区构造单元划分图

向,全长约120km,面积约1520km²。该构造带形成于奥陶纪,定型于石炭纪,主要勘探目的层为下奥陶统和石炭系。构造带上共发育12条大小不等断裂,主断裂南倾,压扭性质为主;发育5个局部构造、9个层圈闭,构造类型为背斜、断背斜、断鼻、断块;其上发育塔中5、塔中38、塔中48等背斜构造。

中央断垒带位于塔中古隆起轴脊部位,由背冲断裂和所夹持的断垒块构成,呈NWW向展布,全长约155km,面积约1670km²,是塔中古隆起中部一条最高的构造带。该带形成于早奥陶世,定型于二叠纪末期,主要勘探目的层为奥陶系和石炭系。构造带上共发育12条大小不等断裂,断裂性质以压扭为主,具有明显的分带性;共发育12个局部构造、34个层圈闭,构造类型以背斜、断背斜、披覆背斜、火山岩遮挡和石灰岩潜山为主;主要储集类型为构造型、裂缝—溶洞型和火山岩型,储集性能良好,是塔中古隆起上油气勘探最有利地区之一。

塔中1—8构造带位于塔中古隆起东部、中央构造带南翼,走向近EW,全长约50km,面积约680km²。该带形成于奥陶纪,定型于石炭纪,主要勘探目的层为下奥陶统和石炭系。构造带上共发育5条断裂、2个局部构造、4个层圈闭,构造类型为背斜、断鼻、断块。

1.3 塔中古隆起主要地质特征

1.3.1 构造层特征

地震、钻井资料研究表明,塔中地区发育有多期不整合面(图1.4),其中区域分布的I类不整合面有:北部边缘的震旦系与基岩的角度不整合,寒武系、中—上奥陶统、志留系、上泥盆统、石炭系、三叠系、白垩系、古近系底部不整合等9个。局部不整合面有泥盆系与志留系、上二叠统、下二叠统、新近系与下伏地层之间等。这些区域不整合面与下伏地层的**关系为高角度不整合、低角度不整合或假整合接触,表明了区域构造运动的规模与强弱。

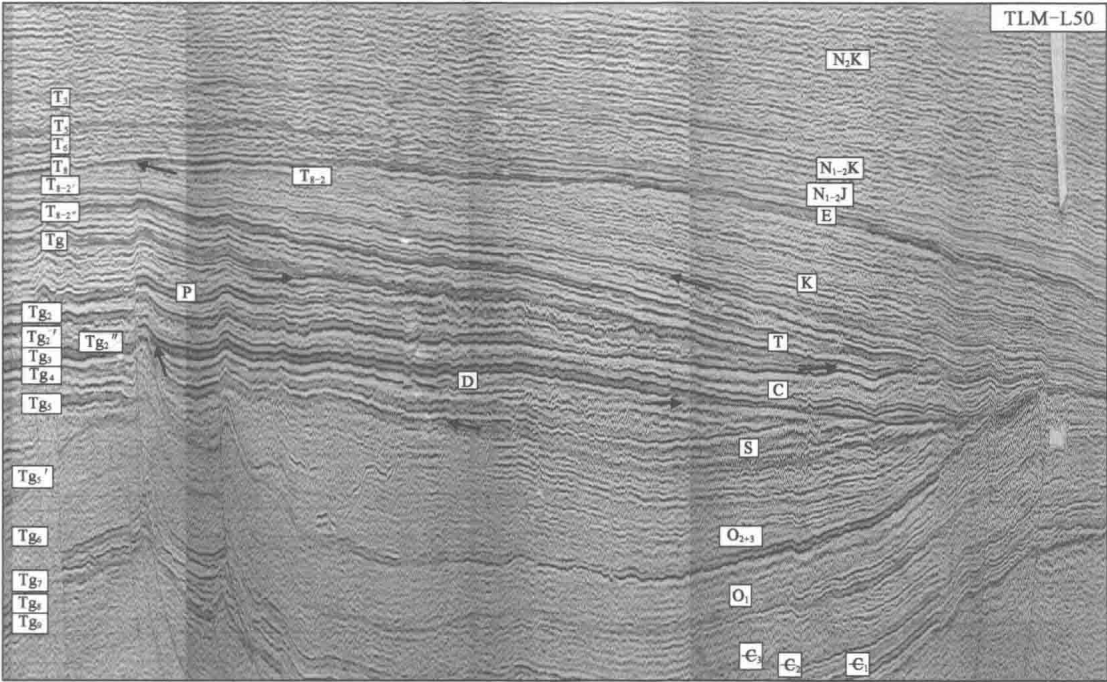


图 1.4 塔里木盆地区域地震大剖面(据塔里木油田公司,2004)

塔中古隆起现今构造形态特征明显,以石炭系与泥盆系及下伏地层间的不整合界面为界,可划分为上下两个构造层。

下构造层由寒武系、奥陶系和志留—泥盆系组成,各反射层总体形态表现为一向南东方向收敛、向北西倾没的宽缓穹形隆起构造。由于其东北翼和南翼分别受塔中Ⅰ号断层与塔中南缘断裂的切割限制,因而其东南部呈现收敛狭窄态势。在统一穹形隆起的背景上,发育中央高垒块等多个次级构造带。

上构造层由石炭系及其以上地层组成,各反射层现今总体构造形态与下古生界各反射层构造面貌截然不同,主要表现为—东南抬升、西北倾没的大型鼻状隆起构造,其轴部位于中央高垒块断裂构造带。上构造层比下构造层断裂构造大大减少,除中央高垒块断裂继续活动外,塔中Ⅰ号断层等停止活动。在大型鼻状隆起构造背景之上,石炭系、二叠系等仍继承发育在中央高垒块等次级构造带上。

有研究表明,塔中地区存在北东向隐伏基底断裂。北东向基底断裂在沉积盖层上反映并不清晰,主要受地震剖面资料品质影响,同时还与基底断裂后期活动有关。北东向隐伏基底断裂使盖层构造除了具有较强的南北分带性之外,同时显示了东西分块特性。这些隐伏基底断裂系统和沉积盖层断裂系统将中央隆起切割成许多次级单元,从而控制了塔中地区的沉积构造演化和油气藏的形成与分布。

1.3.2 构造形态特征

塔中古隆起构造特征在各层构造图上各具特点。 T_{g8} — T_{g7} 反射层构造图上为短轴状隆起, T_{g6} — T_{g5} 反射层构造图上为穹形隆起,西北部古隆起相对宽缓,东部则相对窄陡,穹形隆起被断裂切割成多个呈带状分布的构造带,自西向东收敛,显示有区域扭动特征。 T_{g4} 反射层构造图上,因东部志留系缺失而不能反映全貌,但西低东高的鼻状隆起区域格架已经显现。 T_{g2} 反射层构造图上,塔中为北西倾鼻状隆起,隆起轴脊为中央断垒带,过塔中 1 井后开始转向近 NE,使鼻状隆起的轴部发生向南弯曲,断裂已基本消失,只保留有中央断垒南缘断裂及塔中 5 号南北缘断裂,断裂呈断续状,西部的巴东断裂东段也消失,只保留有 BD2 井及西段部分。 T_g 、 T_8 反射层构造图上,塔中古隆起依然为西倾鼻状隆起,断裂完全消失,仅保留有西部巴东断裂。 T_{g8} — T_8 反射层构造图的隆起轴线叠合图上,其轴线偏移量较小,显示古隆起形成后,构造变动较弱;塔中古隆起与巴楚隆起和塔东的古城鼻凸的轴线构成雁行排列。

1.3.3 断裂特征

由于不同时期区域构造应力场的影响,塔中地区断裂主要发育在加里东—早海西运动时期,加里东运动导致塔中地区形成了几条断至基底并控制二级构造带的大断裂,早海西运动使塔中地区主要断裂进一步活动,派生次一级断层。晚海西运动及其以后的各次构造运动对塔中地区的断裂影响不大。有研究表明(李启明等,2004),造成塔中地区地层大量剥蚀的主要运动为奥陶纪末期的晚加里东运动和泥盆纪末期的早海西运动。显然,造成塔中地区地层大量压缩的主要运动为晚加里东运动,而海西运动则造成区域地层剥蚀,这从本区众多地质剖面的构造演化过程可以获得证实。

塔中古隆起断裂多在下古生界发育,上古生界及中—新生界则较少。其中,寒武系断层延伸长、断距大(图 1.5);奥陶系断层最发育,往往控制二级构造带发育,小断层常表现为大断裂的派生断层(图 1.6);志留系的大断裂主要发育在中央断垒带,小断层主要分布在 10 号断裂

带,都是深部断裂再次活动的结果(图 1. 7);石炭系断层也主要分布在中央断垒带,也是深部断裂重新活动的结果(图 1. 8);二叠系以上地层基本不发育断层。塔中地区平面断裂多为 NW、NWW、NEE 走向,断裂多为基底卷入式。有些断裂具逆冲滑脱特征,如塘北 1 号、塔中 5 号北东段等,塔中古隆起发育规模较大的断裂有塔中 I 号、塔中 5 号、塔中 10 号、塔中 1-8 号等断裂。

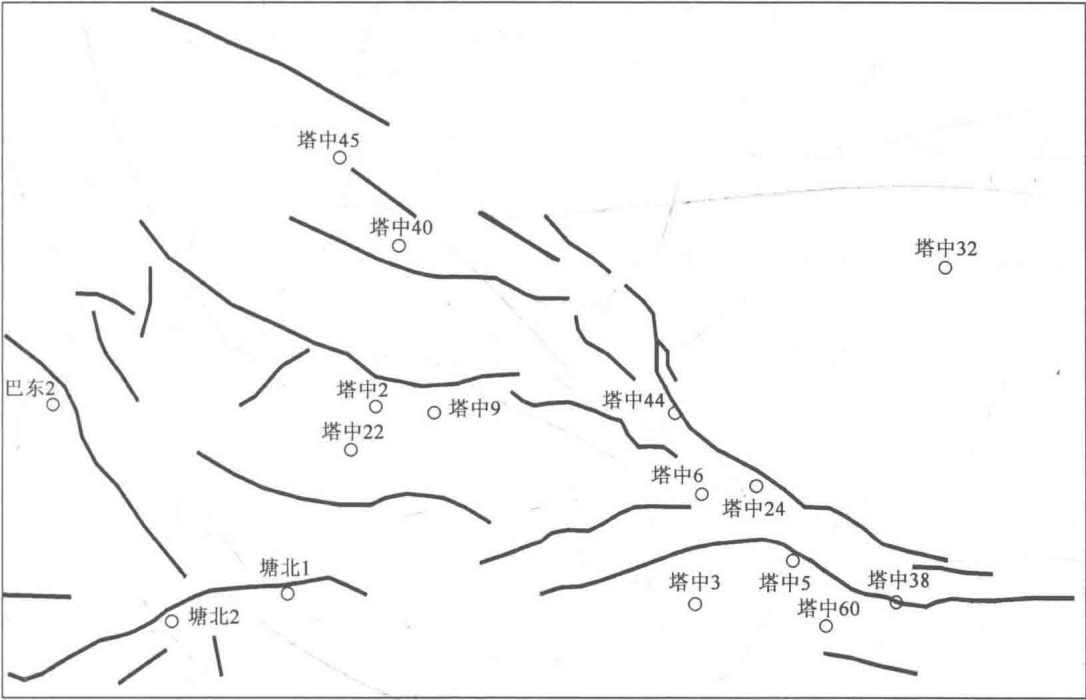


图 1.5 现今寒武系断裂分布图

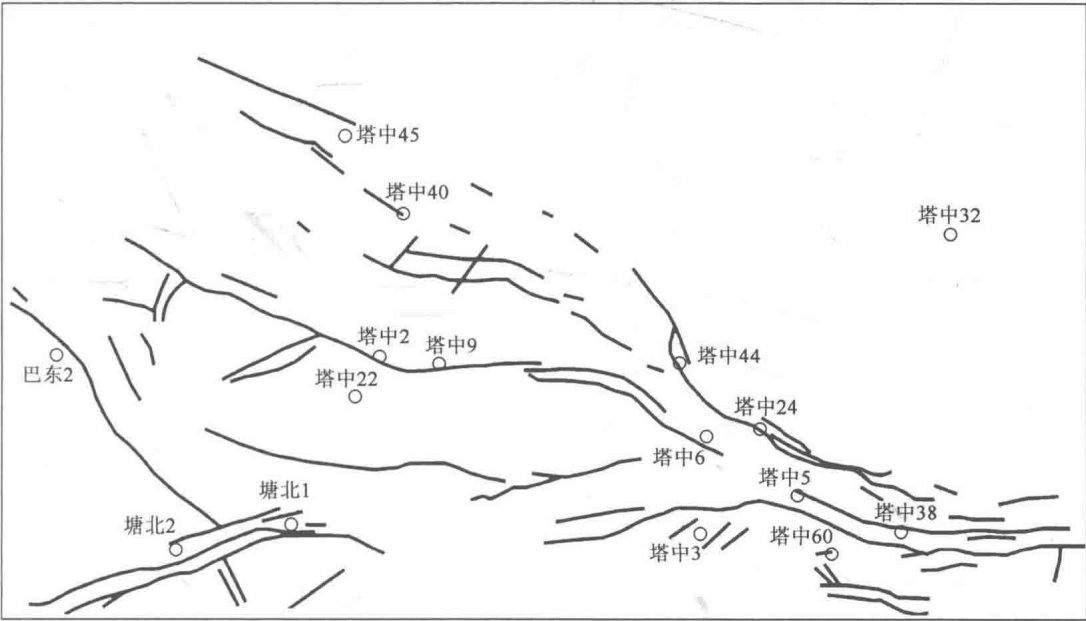


图 1.6 现今奥陶系断裂分布图

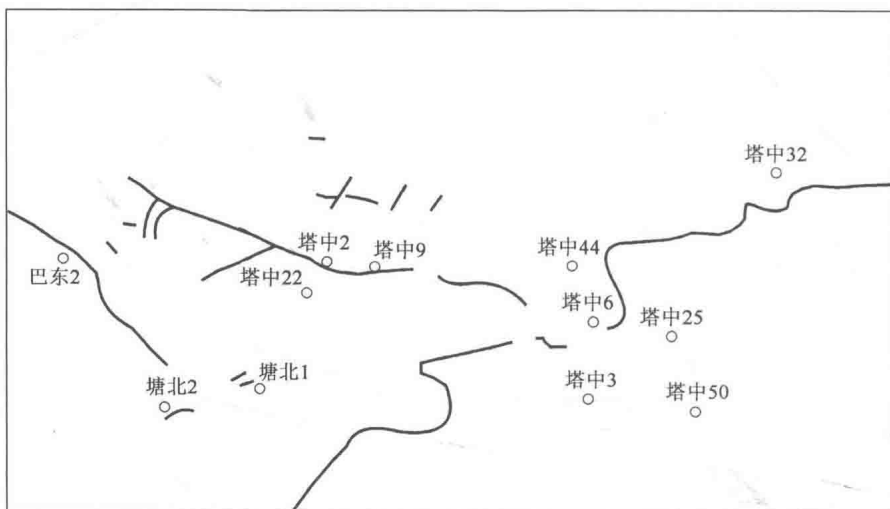


图 1.7 现今志留系断裂分布图

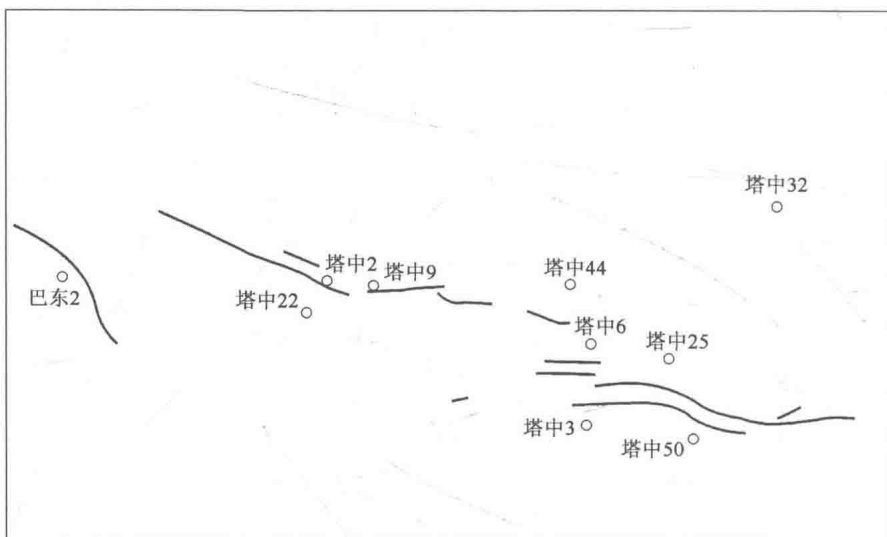


图 1.8 现今石炭系断裂分布图

I 号断裂带位于塔中古隆起的北缘,是隆起与凹陷的边界断裂,表现基底卷入式特征,由西向东可划分为三段:西段位于塔中 45 井区一带,中部为挠曲带,东段具有冲断特征,断裂对 O_{2+3} 沉积起控制作用,对上部地层控制作用不明显。

中央断垒带南翼断裂位于塔中古隆起的中央轴脊部位,剖面上呈 NW 走向,下部深切基底,顶部在东部达 $Tg2''$,西部达 $Tg2$,表明断裂样式为基底卷入式,发育时期由东向西变晚。

塔中 5 号断裂,为南、北两条背冲断裂,其中南翼断裂呈连续展布,NE—NW 走向,北翼断裂分东西两段,西段与南翼断裂为同期产物;东段于奥陶纪末活动,强度大于南翼,断面上陡下缓并切断南翼断裂,向上延伸切过 $Tg2''$,发育时期较南翼断裂晚,具有逆冲滑脱的特征。

塔中古隆起断裂构造发育,主要存在 NW、NWW 和 NEE 三大构造线方向,NW、NWW 向断裂控制了古隆起的结构特征,NEE 向构造对 NW、NWW 向断裂在走向上具有分段特征。高产油井多集中在两大构造线相交部位或附近。

1.4 塔中古隆起形成演化

研究表明(贾承造等,1997;何登发等,1997;王子煜等,1998;李启明等,2004),塔中古隆起是塔里木古生代克拉通盆地内长期发育的前石炭纪隆起构造,盆地南缘构造活动对其形成与发展起了重要的控制作用。塔中古隆起在加里东末期形成,海西期定型,燕山—喜马拉雅期微弱改造,表现出早期构造运动强烈、多伴生断裂、褶皱构造,晚期构造活动稳定、以升降运动为主的演化特点。

本次研究主要采用构造趋势法来恢复地层剥蚀厚度。其基本原理是,从地震剖面中地层保存最完整、剥蚀最少的点出发,依据地层原始厚度在盆地中的变化趋势,求出被剥蚀地层的剥蚀厚度。显然,这种方法求出的剥蚀厚度是地层剥蚀厚度的下限值,即最小剥蚀厚度。这一方法的关键是选好地层保存最完整、剥蚀最少的剖面 and 正确掌握地层原始厚度变化趋势。本次选取测线位置见图 1.9 中 8、13、20 剖面位置。

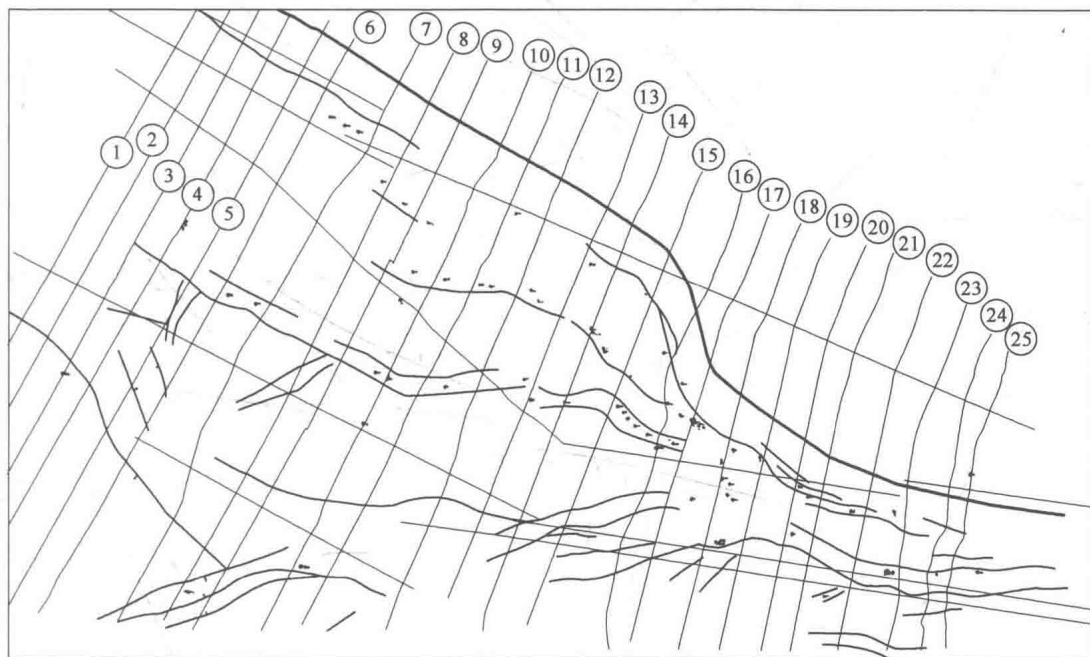


图 1.9 塔中地区 25 条南北向区域地质剖面测线位置图

通过对塔中地区 25 条地质剖面中第 8 条、第 13 条、第 20 条等构造演化的平衡剖面分析(图 1.10, 图 1.11 和图 1.12),认为塔中地区早奥陶世末以断块运动为主,为塔中古隆起的孕育期,奥陶纪末以褶皱运动为主,为塔中古隆起的开始形成期,志留纪、泥盆纪为塔中古隆起的发展定型期,塔中古隆起基本定型,早海西期后以构造迁移及改造为特征,石炭—二叠纪为构造调整、定型期,中—新生代为稳定演化阶段,经历了构造微弱改造期。这一观点与李启明等(2004)根据地层发育、构造变形、重要不整合界面,结合区域地质资料,将塔中古隆起构造演化划分为五个阶段的观点基本一致(图 1.13)。

寒武纪—早奥陶世稳定台地演化阶段:前寒武纪,塔中、塘古孜巴斯、巴楚及麦盖提大部分地区皆为隆起区,中央隆起呈东西向展布。寒武纪前塔中仍为隆起剥蚀区。寒武纪—早奥陶世,塔中为浅海盆区的一部分。早加里东运动(早奥陶世末)使得区域构造应力场由拉张变为

挤压。塔中Ⅰ号断裂开始形成，塔中古隆起出现雏形。

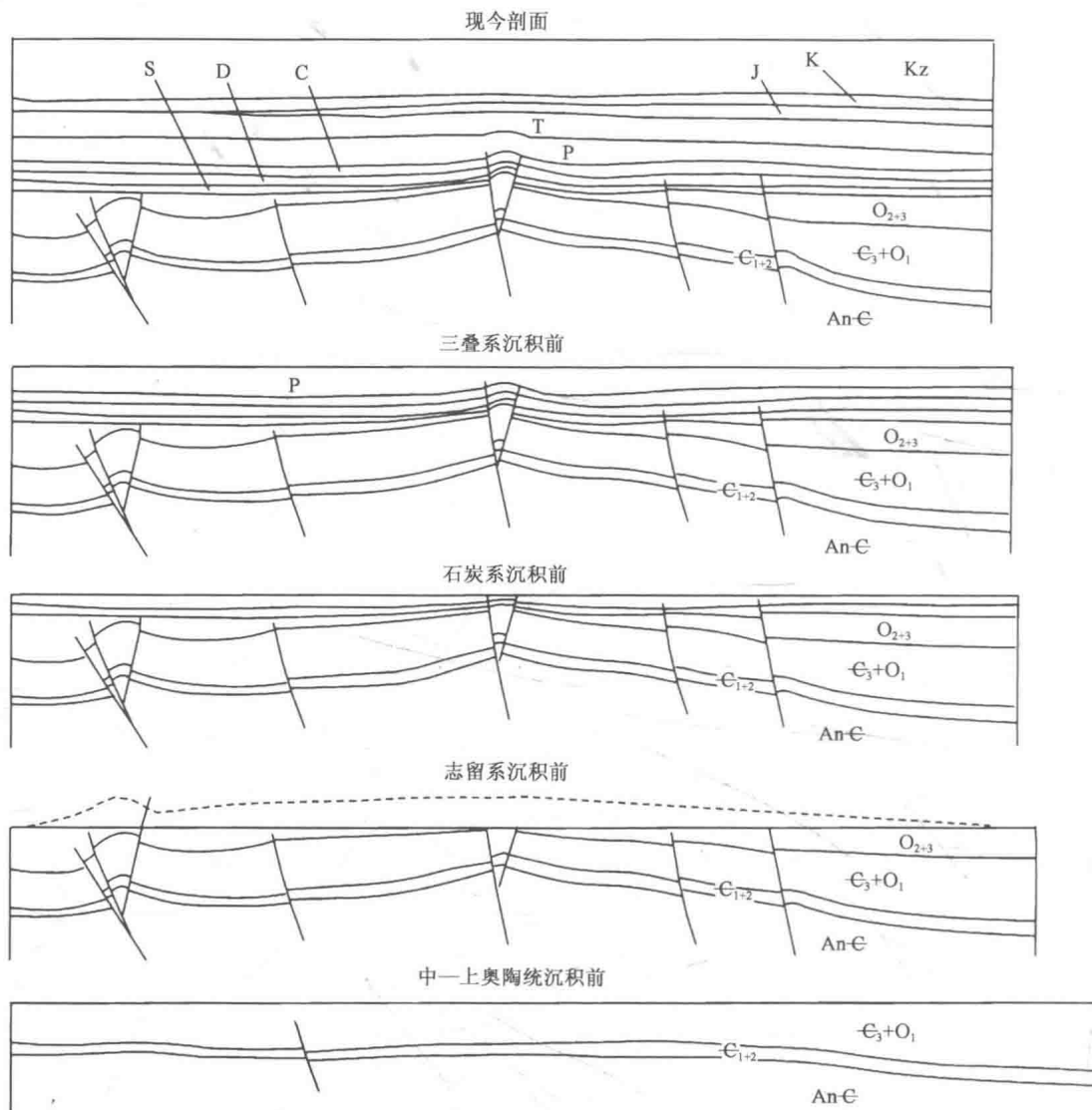


图 1.10 塔中地区第 8 条地质剖面构造演化平衡剖面图

中—晚奥陶世孤立台地发育阶段：中奥陶世，塔中古隆起仍为碳酸盐岩台地沉积，而Ⅰ号断裂下盘相变为陆棚斜坡—盆地相，以砂泥岩沉积为主；晚奥陶世，台地被淹没，形成混合台地相沉积。盆地内部及周缘强烈的火山活动，提供了大量的物源供应，快速沉积了一套深灰色凝灰质泥岩夹浊积砂岩的碎屑岩。奥陶纪末，挤压作用使塔中强烈隆起，中—上奥陶统碎屑岩遭受强烈剥蚀，部分下奥陶统灰岩也遭受到剥蚀，为早期潜山圈闭的形成期，此时期塔中古隆起进一步隆升和发展，形成塔中—塘北构造带雏形。

志留—泥盆纪塔中隆起形成阶段：此时期的晚加里东—早海西期运动使得塔里木盆地进入拗陷型盆地发育阶段，塔中南部的大部分地区为隆升剥蚀区，志留系向南超覆沉积。泥盆纪末，早期断裂复活，塔中中东部及中央断垒带整体抬升，形成西高东低地势，其上的志留—泥盆系以及奥陶系遭到严重剥蚀，使下奥陶统出露地表遭受长期风化、淋滤、剥蚀，从而形成潜山储层。

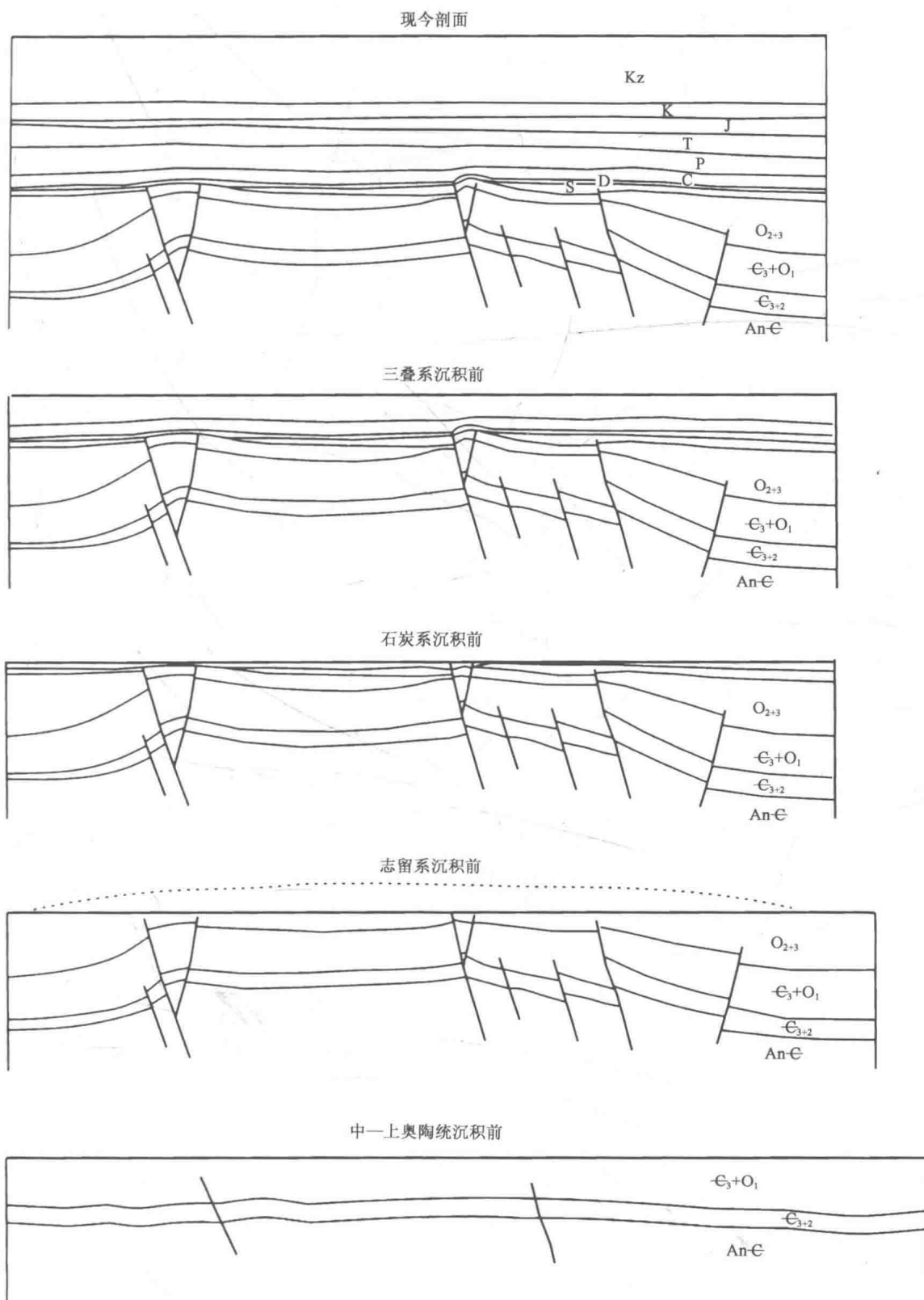


图 1.11 塔中地区第 13 条地质剖面构造演化平衡剖面图