

彭苏萍 邵龙义 等 著

塔里木盆地 巴楚-阿瓦提地区 碳酸盐岩储层研究

TARIM PENDI
BACHU-AWAT DIQU
TANSUANYANYAN CHUCENG YANJIU

235

地质出版社

国家杰出青年资助项目

塔里木盆地巴楚-阿瓦提 地区碳酸盐岩储层研究

彭苏萍 邵龙义 等著

地质出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

塔里木盆地巴楚-阿瓦提地区碳酸盐岩储层研究/彭苏萍,邵龙义等著.-北京:地质出版社,2001.3

ISBN 7-116-03393-9

I. 塔… II. ①彭… ②邵… III. 碳酸盐岩-储集层-研究-塔里木盆地
IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 10307 号

责任编辑:郝梓国 贾尚俊 王章俊

责任校对:关风云

出版发行:地质出版社

社 址:北京海淀区学院路 29 号,100083

电 话:010-82310758 82324570

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:010-82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂印刷

开 本:787×1092 1/16

印 张:12.5 彩图:4 页

字 数:288 千字

印 数:1~800 册

版 次:2001 年 3 月北京第一版·第一次印刷

定 价:42.00 元

ISBN 7-116-03393-9/P.2182

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

前言

塔里木盆地广泛发育碳酸盐岩地层,在塔中地区的勘探表明这些碳酸盐岩构成塔里木盆地的主要储层。本书即是在完成“塔里木盆地巴楚-阿瓦提地区碳酸盐岩储层预测研究”课题的基础上,对巴楚-阿瓦提地区寒武纪、奥陶纪的碳酸盐岩沉积储层特征的初步总结。

研究区塔里木盆地巴楚-阿瓦提地区是大庆石油管理局 1995 年底承担的塔里木国内风险勘探区块(大庆区块),地理位置为东经 $80^{\circ}10' \sim 82^{\circ}00'$,北纬 $39^{\circ}00' \sim 40^{\circ}40'$,面积 29042km^2 。

一、研究任务和研究内容

研究工作的具体任务是运用沉积学和构造地质学的研究方法,综合岩心、测井、地震及区域应力场等资料,分析本区碳酸盐岩储层分布特征,提出有利的储层分布区的地质、地球物理标识;以石炭系、奥陶系和寒武系为重点研究层位,确定地层古沉积地貌、沉积环境、沉积相展布,分析成岩演化作用史及次生孔隙发育区;根据应力应变分析,结合岩心裂缝的定量观测和野外露头地质资料,预测构造作用对碳酸盐岩储层的改造,综合评价区块内有利的碳酸盐岩储层发育区并提供相关的研究成果图件。

本课题的具体研究内容是,重点对研究区巴东 2、巴东 4、和 4 等钻井及邻区的方 1 井的寒武系和奥陶系进行详细的沉积相、成岩作用及储层特性研究,同时结合地震相研究,分析区块内寒武纪和奥陶纪各个时期的岩相古地理特征,以寻找和预测有利的生储盖组合的空间展布;在已建立的大地构造环境模式基础上,结合残留厚度图、剥蚀厚度图、古地质图以及构造演化剖面 and 应力应变分析,精细划分构造特征在垂向上的变化,编制古构造图,分析研究构造演化史,进行构造变形的定量分析,并进行应力应变模拟分析,同时还通过岩心裂缝产状、孔隙度、长度、宽度、密度等的定量观测,结合已有的实验分析数据、应力应变分析以及邻区野外露头资料,预测裂缝的发育方向和发育程度。最后编制相应的配套图件。

二、采用的研究方法及技术流程

在研究过程中,采用了岩心及露头沉积相详细描述与室内综合研究相结合的技术路线,取得了丰富和可靠的第一手资料。除常规的沉积相研究方法外,还采用了等离子光谱元素地球化学、碳氧同位素、阴极发光和铸体薄片分析等现代测试方法,对储层及成岩作用进行了系统研究,阐明成岩环境和成岩作用与孔隙形成、演化的关系。利用层序地层学、储层特征识别和成岩作用理论,评价目的层段的白云岩化作用、压实作用、溶蚀作用,结合构造裂缝对储层的改造,以及应力场与应力和应变分析,综合分析储层在空间上的分布。

研究流程如图 1。

三、投入的实物工作量

我们于 1999 年 7 月开始接受“塔里木盆地大庆区块碳酸盐岩沉积相和储层研究”任务

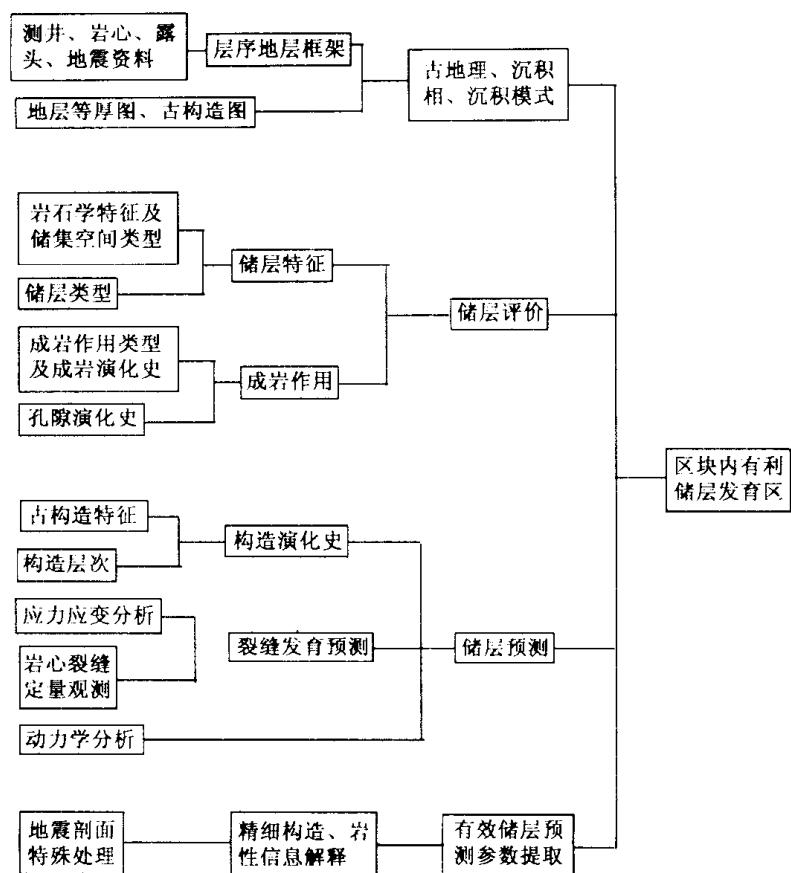


图 1 研究思路流程图

后,先后进行了野外和室内研究,在进行该项目研究的一年多时间里,完成了文献调研,收集和整理资料,室内实验及编图,踏勘描述野外剖面 2 条,共计 1700 多米厚,观察岩心 4 口,计 317.53m 长,采集样品 300 余块,磨制岩石薄片 200 余块,分析 4 口钻井总计约 11000m 厚的钻井资料,并应用了大量相关资料,编制出岩心综合柱状图 4 幅,野外剖面沉积柱状图 2 幅,钻孔沉积相及储层评价柱状图 4 幅,区块及周边地区钻孔和露头寒武纪、奥陶纪地层和沉积相横向对比图共 2 幅,大量古地理及古构造分析性图件。具体工作量见表 1。

表 1 工作量一览表

踏勘野外剖面	2 条共厚 1700m
观察岩心	4 口井共厚 317.53m
钻井资料	4 口井共厚 11000m
采集样品	300 余块
磨制染色岩石薄片	200 块
铸体薄片	30 片
阴极发光	15 件
碳、氧稳定同位素分析	8 件
微量元素分析	21 件
不溶残渣分析	21 件

续表

工 业 制 图	绘制野外沉积相柱状图	2 幅
	绘制岩心沉积相柱状图	4 幅
	绘制钻井沉积相和储层评价综合柱状图	4 幅
	绘制地层和沉积相对比图	2 幅
	绘制古地理分析性图件	33 幅
	绘制储层分析平面图	5 幅
	绘制构造单元分区图	1 幅
	绘制古构造图	20 幅
	绘制剖面演化史图	8 幅
	绘制构造变形定量分析图件	19 幅
	绘制应力场模拟图件	8 幅
	绘制裂缝预测图件	3 幅

四、主要认识及提交的主要成果

本次研究取得的主要认识有以下几点:

(1)查明了塔里木盆地巴楚-阿瓦提地区寒武系、奥陶系岩性及地层划分对比关系,认为中奥陶统的一间房组和上奥陶统底部的吐木休克组在巴楚隆起上缺失,下奥陶统顶面是一区域性不整合面。

(2)塔里木盆地巴楚-阿瓦提地区寒武系、奥陶系沉积体系及沉积相及其纵横相分布规律进行系统研究,从寒武纪早期到奥陶纪晚期,研究区沉积环境经历了深水静海盆地(玉尔吐斯组)—蒸发盐台地—局限台地和开阔海交替—深水盆地(上奥陶统)的环境变化过程。编制了各种单因素等值线图及岩相古地理图,为该区评价有利储层层段及其分布提供了重要的基础图件。

(3)塔里木盆地构造变形特征符合西北地区盆地变形的一般规律,即盆地边缘变形强烈,发育由盆缘指向盆内的逆冲推覆构造;盆内变形相对简单,以受基底断块作用控制的盖层变形为基本形式。从储层(构造变形)改造角度考虑,工区内寻找有利储层的方向应为:在查清构造形态和查明节理(构造裂隙)发育控制因素的基础上,寻找应力相对集中、张性断裂或负反转构造区段。

(4)研究了区内碳酸盐岩的各种成岩作用类型,提出区内碳酸盐岩成岩作用以胶结作用、白云石化作用、压溶作用、石膏化作用和溶蚀作用为主。并讨论了这些成岩作用对孔隙度的影响。

(5)结合沉积相和成岩作用研究,对巴楚-阿瓦提地区碳酸盐岩储层的储集空间类型进行了分析,划分了储层类型,对本区储层特征及分布进行了评价。

(6)对塔里木巴楚-阿瓦提地区构造演化史有了进一步认识,总结了研究区的 6 大构造演化阶段,分析讨论了影响研究区构造演化的 6 期主要构造运动。

(7)通过定量分析,对塔里木巴楚-阿瓦提地区按三级构造单元进行了裂缝型储层分区评价。

本课题由彭苏萍、邵龙义负责,参加课题研究的有彭苏萍、邵龙义、曹代勇、孟召平、何宏、王赞、张守仁、时宗波、杜丽英、郝黎明、李瑞军、周云霞、张绍红、曾钢、杨利军等同志。彭苏萍、邵龙义、曹代勇、孟召平、何宏、张守仁、时宗波共同完成了本书的编写工作,最后由彭苏萍、邵龙义负责了本书的最后统稿工作。

该项目自从立项到完成,自始至终得到中国石油天然气总公司大庆油田分公司石油勘探开发研究院战略室及塔里木项目经理部以及中国矿业大学(北京校区)科研处的大力支持和配合。王平在、王孔伟、王文革、李惠君、林东成、张立国、任林伟等工程师在野外工作中还给予了大力的协助。中国矿业大学(北京校区)张鹏飞教授对研究工作一直给予具体指导,实验工作得到石油勘探开发研究院实验中心的帮助。本项目还得到国家杰出青年基金的资助。在此,谨向所有对本课题给予关心和支持的单位和同志们表示衷心的感谢。

目 录

前 言

第一章 巴楚-阿瓦提地区区域地质背景	(1)
第一节 区域构造格局	(1)
第二节 寒武纪—奥陶纪地层划分和对比	(6)
第二章 巴楚-阿瓦提地区构造特征研究	(10)
第一节 邻区露头构造变形与构造应力场分析	(10)
第二节 构造趋势面分析	(14)
第三节 古构造分析	(20)
第四节 断裂活动时间厘定	(41)
第五节 巴楚-阿瓦提地区构造演化特征	(44)
第三章 巴楚-阿瓦提地区寒武系—奥陶系地震相特征	(46)
第一节 地震层序的划分	(46)
第二节 实际观察资料	(46)
第三节 地震相分析	(50)
第四章 巴楚-阿瓦提地区碳酸盐岩沉积相及古地理特征	(53)
第一节 岩石类型及特征	(53)
第二节 碳酸盐岩沉积相带及沉积模式	(56)
第三节 露头剖面中寒武系—奥陶系沉积相分布特征	(62)
第四节 钻井剖面中寒武系—奥陶系沉积相分布	(64)
第五节 沉积相横向展布规律	(71)
第六节 岩相古地理分析	(76)
第七节 巴楚-阿瓦提地区石炭纪地层及沉积相特征	(101)
第五章 巴楚-阿瓦提地区碳酸盐岩的成岩作用和成岩环境	(111)
第一节 胶结作用	(111)
第二节 白云化作用	(112)
第三节 石膏化作用	(120)
第四节 碳酸盐岩的成岩作用和成岩环境	(121)
第六章 巴楚-阿瓦提地区裂缝发育特征及储层评价	(124)
第一节 构造变形及裂缝发育	(124)
第二节 层面标高数据处理与构造变形分析	(127)
第三节 构造形变转动分析	(135)
第四节 构造应力场模拟	(148)
第五节 裂缝型储层评价	(158)
第七章 巴楚-阿瓦提地区碳酸盐岩储层特征	(163)
第一节 碳酸盐岩储集岩类型及特征	(163)

第二节 储集空间类型及特征	(165)
第三节 碳酸盐岩储层的分类	(166)
第四节 控制储层发育因素分析	(174)
第五节 储层分布特征及评价	(178)
第六节 储层平面展布特征	(180)
第八章 结论	(185)
参考文献	(188)
图版说明及图版	(190)

第一章 巴楚-阿瓦提地区区域地质背景

第一节 区域构造格局

一、塔里木盆地大地构造背景

1. 大地构造格局

中国西北地区主要由显生宙造山带及中、新生代盆地组成,近东西向造山带及一系列走滑断层将其分割成菱形与三角形盆地。阿尔泰山、天山、昆仑山、阿尔金山与祁连山及其伴生的塔里木、准格尔、柴达木、贺西盆地群等在总体上构成中国西北盆-岭相间的构造格局。塔里木盆地北缘以南天山缝合带为限,南缘以西昆仑缝合带为限,东南侧被阿尔金和车尔臣河走滑断层所切,西南侧被塔拉斯-费尔干纳走滑断层所切,构成菱形中新生代山间盆地或缝合线间盆地。

塔里木盆地为新生代的天山、昆仑山造山带所环绕,山前地区广泛发育着向盆地方向逆掩的新生代冲断-褶皱构造带,盆地南、北部分别为塔西南、塔东南和库车新生代断陷。各坳陷均表现为明显不对称的楔状沉积体,山前沉积巨厚,向盆地内部不断超覆减薄,一直伸展到中央隆起区;地震转换波测深剖面展示出山前坳陷区岩石圈挠曲变形的动力学特点,所有这些,都具备了鲜明的前陆盆地性质。但是,塔里木的前陆盆地又不同于典型的周缘前陆盆地和弧后前陆盆地,它是一种新型的前陆盆地,贾承造、卢华复教授等曾经对这类前陆盆地作过深入的分析 and 比较,并且称之为“再生前陆盆地”。概括起来,①它们是始新世以来印度板块与欧亚板块陆-陆碰撞远距离构造效应的产物;②它们又是二叠纪时曾经存在的 A 型俯冲带的再生复活;③因此,它们在时间上发生在陆-陆碰撞后,在空间上则远离印-藏碰撞带,从而与周缘和弧后前陆盆地相区别;④它们不具有从海相到陆相沉积的典型前陆盆地演化过程,而全是陆相沉积。

2. 构造演化

综观塔里木盆地的发展演化可以看出,塔里木在太古宙存在一个陆核,称塔南陆核,古元古代末已形成稳定区,具典型的陆壳结构(王鸿祯,1985,1990)。元古宙晚期塔里木运动(晋宁运动)形成古塔里木板块或古新疆板块(张良臣等,1985;成守德等,1986;肖序常等,1991),其范围可能超出南天山。如中、新元古代伊宁地块与塔里木地台之间是相连的(王鸿祯等,1990)。震旦纪开始古塔里木板块发生裂解,寒武纪—奥陶纪在其南、北两侧形成洋盆,加里东→海西→印支期的不同阶段,洋壳从扩张到俯冲消减,最终发生碰撞闭合,形成了华北-塔里木板块挟持在哈萨克斯坦板块、西伯利亚板块和华南-羌塘板块之间的构造格架(图 1-1)。后印支期随着冈瓦纳体系不断与欧亚大陆发生对接拼贴,塔里木盆地发生沉降和地层超覆,特别是喜马拉雅期随着印度板块与欧亚板块的最终碰撞闭合并进一步向欧亚板

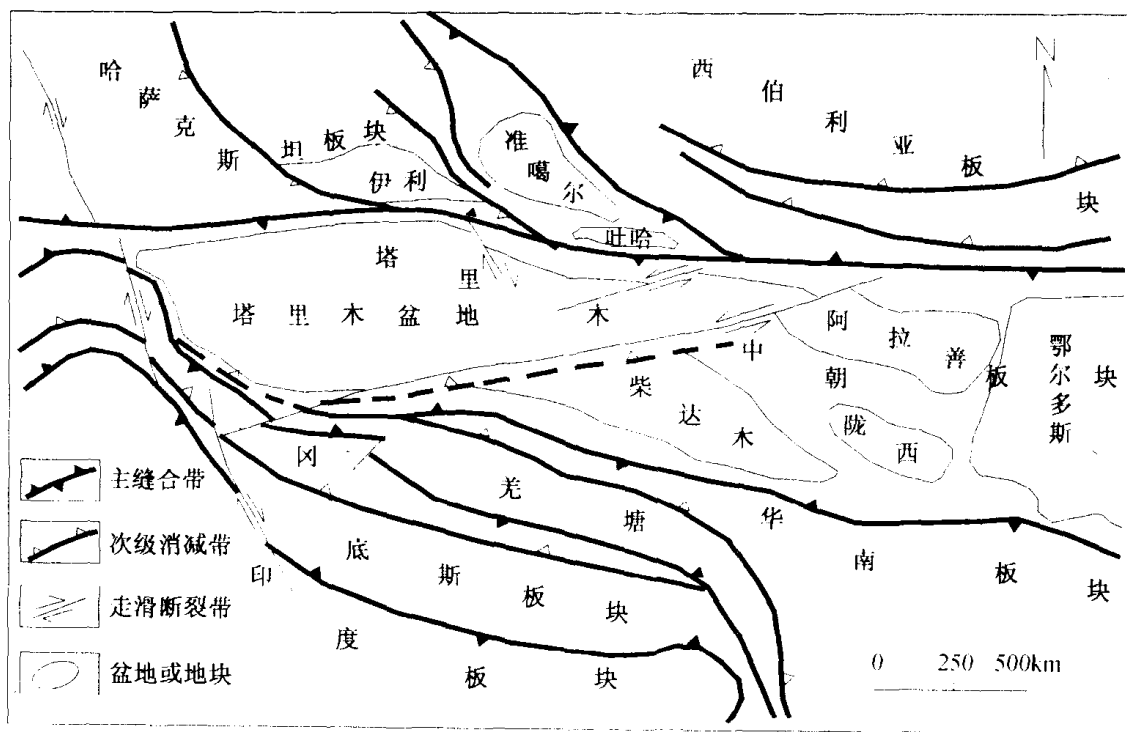


图 1-1 塔里木盆地大地构造背景略图

块楔入,天山和昆仑山迅速崛起并向塔里木盆地逆冲掩覆,造成了盆地今天的构造格局,成为挟持在天山和昆仑山之间的大型内陆含油气盆地。

塔里木盆地是由不同时期、不同类型单式盆地叠覆形成的复合盆地,盆地的发展演化具有明显的阶段性,与不同时期的地球动力学背景密切相关,综观塔里木板块演化史,可以看出,其经历了3次拉张,3次挤压,形成了6个区域不整合面和3大构造层。

(1)3次拉张。第一次拉张发生在震旦纪—奥陶纪,形成了盆地东部的库-满拗拉槽。第二次拉张发生在早二叠世,形成了克拉通内裂谷盆地,伴有广泛的火山活动。第三次拉张发生在侏罗纪,造成西北地区广泛的准平原化,在南北山前带形成了内陆煤沼盆地。

(2)3次挤压。第一次挤压发生在志留纪—泥盆纪,盆地北缘在天山山前形成前陆盆地,盆地南缘由于南昆仑洋的关闭,形成了塔西南前陆盆地,在台盆区表现为石炭系与泥盆系及下伏地层广泛的不整合,形成了盆地的下构造层。第二次挤压发生在二叠世末—三叠纪,由于古特提斯洋关闭和塔里木板块向南天山俯冲造山,海水退出塔里木,分别形成了塔西南和库车两个前陆盆地,在台盆区东部,侏罗系与三叠系及下伏地层广泛的不整合,在塔中地区则缺失侏罗系,从而形成了盆地的中构造层;第三次挤压发生在第三纪,由于印度板块与欧亚板块碰撞,昆仑山、天山崛起,陆内造山作用使塔里木盆地进入再生前陆盆地发展阶段,形成南、北两个再生前陆盆地。

(3)6个区域性不整合面和6个构造层。塔里木盆地地壳剖面上可以识别出震旦系底界、中奥陶系底界、石炭系底界、上二叠统底界、侏罗系底界、第三纪系底界等6个主要的区域不整合,分别代表塔里木运动、加里东运动、海西早期运动、海西晚期运动、印支运动和燕山晚期运动,由此划分出6个构造层(表1-1)。

表 1-1 塔里木盆地地层发育与构造运动简表

地层系统			地震 反射 波组	构造运动	构造 旋回	构造层
界	系	统				
新生界	第四系	更新统	T ₂	喜马拉雅运动第三幕	喜马拉雅旋回	第六构造层
	第三系	上新统	T ₃	喜马拉雅运动第二幕		
		中新统	T ₄	喜马拉雅运动第一幕		
		古、始新统	T ₈	燕山运动第二幕		
中生界	白垩系		T ₈₋₂	燕山运动第一幕	印支—燕山旋回	第五构造层
	侏罗系		T ₈₋₃	印 支 运 动		
	三叠系		Tg	海西运动第四幕		
上古生界	二叠系	上统	Tg1	海西运动第三幕	海西旋回	第四构造层
		下统	Tg2	海西运动第二幕		
	石炭系		Tg3	海西运动第一幕		
	泥盆系		Tg4	晚加里东第二幕		
下古生界	志留系		Tg5	晚加里东第一幕	晚加里东旋回	第三构造层
	奥陶系	中、上统	Tg5'	早加里东第三幕		
		下统	Tg6	早加里东第二幕	早加里东旋回	第二构造层
	寒武系		Tg7	早加里东第一幕		
元古宙	震旦系		Tg8	塔里木运动	晋宁旋回	第一构造层
	青白口系—长城系					

塔里木盆地的多期构造运动和多个区域不整合面,反映出它比四川、鄂尔多斯盆地更加活动的特点。四川和鄂尔多斯盆地从震旦纪、寒武纪到白垩纪,各次运动主要表现为大面积的升降和地层缺失,各系地层之间的接触关系主要为假整合,就是川东这样的高陡构造带,其褶皱变形的主要时期也是定型在很晚的喜马拉雅期;至于鄂尔多斯盆地,在广大地台区地层倾角只有 0.5°~1°,更是十分稳定的典型克拉通。

可见,塔里木这个古生代克拉通确有自己的特殊性。这就是:在稳定之中有相对十分活动的时期(中—晚奥陶世);在“冷盆”之中有相对的“热盆”时期(早古生代和早二叠世);在“地台”之中有某些类似于“地槽”的部分(“拗拉槽”和裂谷)。一言以蔽之,它比典型的克拉通要活动得多。这就是塔里木台盆区多期构造运动、多油源层、多期成油、多期成藏、多期再分配的根本原因。

二、巴楚-阿瓦提地区构造单元划分

巴楚-阿瓦提地区除新生界沙漠覆盖外,沉积盖层厚度上万米,区内没有钻遇变质基底的钻井,所以基底岩性只能靠物探资料分析,带有推测性质。区块西北部基底岩性主要为元古宇中浅变质岩,区块东北、西南部即满西构造带及吐木休克断裂以南基底则为太古宇结晶杂岩并含基性、超基性侵入岩,在吐木休克断裂以北的中、东部为大片花岗岩基底。以现今构造格局为依据,塔里木盆地可划分为 11 个一级构造单元、28 个二级构造单元(表 1-2)。

表 1-2 塔里木盆地构造单元划分简表

	一级构造单元			二级构造单元		
	编号	名 称	面积/万 km ²	编号	名 称	面积/万 km ²
隆起	I	塔北隆起	3.66	I-1	北部斜坡带	0.42
				I-2	中部断隆带	0.33
				I-3	库尔勒鼻隆带	0.33
				I-4	大阿拉勒断阶带	0.10
				I-5	草湖凹陷	0.25
				I-6	轮南潜山隆起带	0.31
				I-7	哈拉哈塘斜坡带	0.55
				I-8	雅克拉-东河塘背斜带	0.17
				I-9	英美力背斜带	0.65
				I-10	南喀-柯吐尔背斜带	0.55
	II	中央隆起	11.08	II-1	巴楚断隆	4.31
				II-2	塔中低隆	2.75
				II-3	塔东低隆	4.02
	III	塔南隆起	3.38	III-1	民丰北断隆	1.71
				III-2	罗布庄断隆	1.67
坳陷	IV	库车坳陷	1.6			
	V	北部坳陷	12.47	V-1	阿瓦提凹陷	2.75
				V-2	满加尔凹陷	6.10
				V-3	英吉苏凹陷	1.18
				V-4	孔雀河斜坡	2.44
	VI	西南坳陷	14.13	VI-1	喀什凹陷	2.44
				VI-2	叶城凹陷	2.56
				VI-3	和田凹陷	2.25
				VI-4	塘古孜巴斯凹陷	2.00
				VI-5	麦盖提斜坡	4.88
	VII	东南坳陷	7.23	VII-1	民丰凹陷	3.50
				VII-2	若羌凹陷	3.73
边缘断隆	VIII	柯坪断隆	1.94			
	IX	库鲁克塔格断隆	2.22			
	X	铁克里克断隆	1.83			
	IX	阿尔金山断隆	3.00			

(据贾承造、魏国齐等,1995)

巴楚-阿瓦提地区跨越了 3 个一级构造单元,即中央隆起的巴楚断隆(也有人称巴楚凸起)、塔中低隆;北部坳陷的阿瓦提凹陷、满加尔凹陷以及塔北隆起的南喀-柯吐尔背斜带。现将研究区的主要构造单元简述如下:

1. 巴楚断隆

巴楚断隆位于中央隆起带的西段,南侧为布亚-码扎塔格断裂,北侧阿恰-吐木休克断裂,它们的相背倾斜及逆冲位移活动,构成其现今的断隆形态。巴楚断隆的基岩面具有西高东低、北高南低的特点,新生代沉积由东向西、自南向北逐渐减薄。根据地层层序及接触关系分析,巴楚断隆在晚加里东期已形成雏形,且长期处于低隆起状态。但现今的断隆形态只是在喜马拉雅期才形成的,所以称其为活动古隆起(贾承造等,1994)。

2. 柯坪隆起

柯坪隆起位于巴楚地区西北侧,二者以沙井子断裂相隔。柯坪隆起是一向南突出的弧形构造带,区内古生代地层齐全,构成向北—西北倾斜的单面山。该区变形以叠瓦断层发育为特点,估计缩短率达 50%,也有人强调柯坪构造带平面上的走滑,称为剪切挤压构造(卢华复等,1998;Allen et al.,1999)。柯坪隆起的变形始于新第三纪中期康村组沉积时,在此之前,为一与巴楚凸起相联的大型古隆起。

3. 阿瓦提凹陷

阿瓦提凹陷位于研究区北部,是一个以晚古生代和新生代沉积为主的凹陷,上古生界厚达 5500m,新生界最厚可达 6000m 以上。有人认为,阿瓦提凹陷在古生代为克拉通内伸展凹陷,在中生代因边界断裂的反转作用,使得古生代凹陷转变为中生代隆起剥蚀区,在新生代则由于柯坪构造带向南的逆冲推覆,形成前陆凹陷,属于前陆盆地的范畴。

4. 南喀-吐格尔背斜带

位于塔北隆起的西段,塔北隆起东西差异明显,构造形态东高西低,构造活动东强西弱,隆起顶部地层东老西新。南喀-吐格尔背斜带形成于海西运动晚期,该带仅见于研究区的东北部。

巴楚-阿瓦提地区主体部分位于阿瓦提凹陷和巴楚断隆两个二级构造单元内,以《塔里木盆地大庆区块石油地质综合评价及勘探目标选择》(1998)划分方案为基础,综合分析本区下古生界构造层的构造特征,我们把阿瓦提凹陷和巴楚隆起进一步细分为 5 个三级构造单元(表 1-3,图 1-2)。

表 1-3 塔里木盆地巴楚-阿瓦提地区构造单元简表

二级构造单元	巴楚断隆		阿瓦提凹陷		
三级构造单元	巴东斜坡	吐木休克断裂隆起带	阿瓦提深凹陷	阿南断鼻带	阿东斜坡
面积/km ²	6000	7200	1900	3800	10000
合计/km ²	13200		15700		

通过对巴楚-阿瓦提地区寒武系—第三系主要地震反射层的构造图分析,本区块构造格局有如下重要特点:

(1)吐木休克断裂带是一条控制本区块构造格局的逆冲断裂带,以吐木休克断裂带为界,南北两侧构造线走向不同,断裂带以北以近南北走向为主,以南以 NWW-SEE 走向为主。

(2)沿吐木休克断裂带仰冲盘形成一条隆起带,三级构造单元划分方案中称为吐木休克断裂隆起带,宽 20~30km,延展方向与主干断裂走向相同,自西向东由东西向转为 NWW-SEE 向。

(3)吐木休克断裂带以北总体呈西低东高,即从阿瓦提深凹陷向东逐渐抬起;断裂隆起带以南自南东向北西逐渐抬起。以断裂隆起带为界,北部地层西倾,南部地层东倾,吐木休克断裂带具有枢纽性质。

(4)吐木休克断裂以北,和田河下游西部有两条走向近南北的逆冲断层,由下向上发育,止于 Tg(三叠系)反射层。沿逆冲断层形成两个鼻状构造带,向南抬起至吐木休克断裂带,向北倾没至阿瓦提凹陷。从本专题研究对象下古生界碳酸盐岩储层角度考虑,将此部分单独划分为一个三级构造单元——阿南断鼻带。

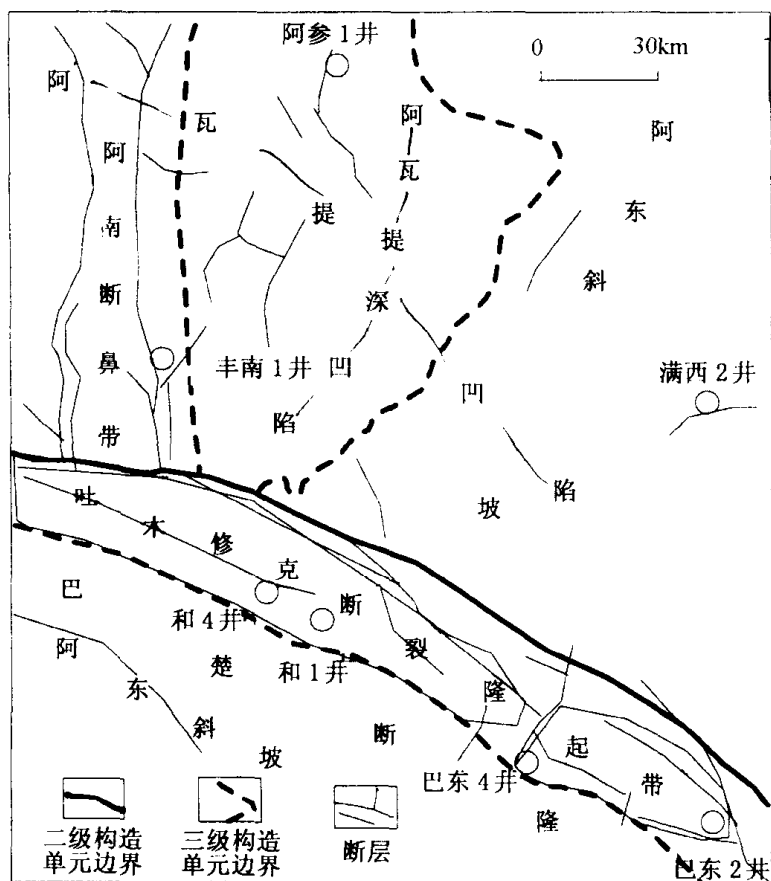


图 1-2 巴楚-阿瓦提地区构造区划图

第二节 寒武纪—奥陶纪地层划分和对比

塔里木盆地碳酸盐岩除少量保存于石炭系中外,大部分发育于寒武系和奥陶系中。因此寒武系和奥陶系沉积相和储层特征即成为本课题研究的重要内容。原地质部第十三大队、新疆地矿系统、石油系统以及南京古生物所、中国科学院新疆分院等单位,先后都进行过不同程度的地质调查和地层古生物工作,特别是 1973 年新疆地质局区测大队柯坪地区地层组的工作奠定了本区寒武系划分对比的基础(成守德,1979)。后来,高振家等(1985)、成守德(1990)、林焕令等(见周志毅、陈丕基,1990)、张师本(1991)、陈旭等(1993)及林焕令等(1995)对塔里木盆地寒武系和奥陶系都作了较详细的研究。塔里木盆地寒武系和奥陶系的地层发育特征如下:

一、寒武系

塔里木盆地寒武系主要发育于盆地内部以及盆地周缘的部分地带,盆地周缘的寒武系主要分布在西北缘的柯坪地区及东北缘的库鲁克塔格地区,北缘哈尔克山南坡的小铁列一带也有出露。柯坪地区的寒武系主要分布在该区的东部,寒武系的出露常与上震旦统奇格布拉克组形影相随,在奇格布拉克、尤尔美那克、苏盖特布拉克及肖尔布拉克一带均有出露。上寒武统分布更为广泛,还出露于柯坪县同古四布隆、柯坪县西北水泥厂附近及巴楚县大坂培格一带。研究较为详细的是柯坪地层分区,本区地层发育良好,出露完整,是研究新疆寒武系的重要地区之一。各研究单位对寒武系划分大体相似,自下而上分为下统玉尔吐斯组、肖尔布拉克组、吾松格尔组;中统沙依里克组、阿瓦塔格群;上统下丘里塔格群(表 1-4)。

表 1-4 柯坪地区寒武系与邻区及西南地区对比表

统	阶	滇东				鄂西			贵州余庆			柯坪		库鲁克塔格		霍城	
上寒武统	凤山阶					三游洞群		娄山关群		下丘里塔格群	突尔沙克塔格群 (下、中部)					果子沟组 (下、中部)	
	长山阶															将军沟组	
	崮山阶																
中寒武统	张夏阶					覃家庙组		高台组		阿瓦塔格群	莫合尔山群					阿合恰特组	
	徐庄阶									肯萨依组							
	毛庄阶	双龙潭组		沙依里克组													
		陡坡寺组															
下寒武统	龙王庙阶	龙王庙组				石龙洞组			清虚洞组					西大山组	雅	霍城组	
	沧浪铺阶	沧浪铺组	乌龙箐段		天河板组			金顶山组	吾松格尔组				磷矿沟组				
			红井哨段		石碑组												
	筇竹寺阶	筇竹寺组	王案山段		水井沱组			九门冲组	肖尔布拉克组		西山布拉克组	尔	当				
	石岩头段																
	梅树村阶	渔户村组	大海段		灯影组	天柱山段	岩家河组	灯影组	玉尔吐斯组								
			中谊村段														
			小歪头山段														
			白岩哨段														
	灯影峡阶				陀段						奇格布拉克组		汗格尔乔克组		塔里萨依组		

柯坪地区寒武系主要为一套开阔—半闭塞台地相沉积,岩性为以白云岩为主的(浅海台地相)碳酸盐岩,底部普遍具含磷层,岩相较为稳定。沉积厚度在数百米至上千米不等。含小壳、微古植物、金臂虫、腕足类、三叶虫及少量古杯类化石,上寒武统顶部含牙形类化石。

根据覆盖区极少数钻井钻遇的寒武系来看,塔克拉玛干覆盖区的大部分寒武系的沉积类型与柯坪分区相同;巴楚地区井下发育厚达数百米的膏盐层,与柯坪露头区有较大差别。寒武系是塔里木盆地的主要生油层系之一,生油岩主要为细粉晶、泥晶白云岩,藻白云岩,局部夹石灰岩。颜色以灰色为主,深灰色-灰黑色次之,是一套中等丰度高成熟的腐泥型生油岩,寒武系中的晶间溶孔粗粉晶白云岩、中晶白云岩、粒屑白云岩及藻白云岩是很好的油气

储集层。与研究区相邻的塔北牙哈地区已发现寒武系潜山油气藏。

二、奥陶系

国际地层委员会奥陶系分会已投票通过了全球奥陶系三分的划分方案,即下统、中统和上统。以牙形类 *Tripodus laevis* 带(或笔石 *Isograptus lulatus* 带)的底界作为中奥陶统的底界。*Nemagraptus gracilis* 笔石带的底为上奥陶统的底界(Webby, 1997)。国内关于奥陶系统和阶的划分,仍众说纷纭。在综合前人工作的基础上,结合新的资料,特别是笔石和牙形类的新进展,陈旭等(1993)及塔里木石油勘探开发地质研究院(1999)将中国奥陶系划分为5个阶,其界线大致与目前国际上所通用的英国奥陶系的几个统(阶)相符合,并对塔里木盆地和周缘地区奥陶纪地层作统一的划分对比(表1-5)。

表 1-5 塔里木盆地及周缘地区与扬子区奥陶系划分对比表

地区			湖北宜昌	柯坪	巴楚	却尔却克	乌里格孜塔格	草湖			
地层系统											
上奥陶统	阿什极	钱塘江阶	观音桥层	柯坪塔格组 (下部)	?	却尔却克群	乌里格孜塔格群	柯坪塔格组 (下部)			
			五峰组								
	卡拉道克	艾家山阶	临湘组						印干组	良里塔格组	达西库木组
			宝塔组								
中奥陶统	兰维恩	浙江阶	庙坡组	坎岭组	吐木休克组	赛力克达坂群	吐木休克组				
			牯牛潭组	萨尔干组							
	阿仑尼克	玉山阶	大湾组	大湾沟组	一间房组			黑土凹组	突尔沙克塔格群 (上部)		
			红花园组								
下奥陶统	特马豆克	宜昌阶	南津关组	上丘里塔格群	上丘里塔格群	突尔沙克塔格群 (上部)	上丘里塔格群				

塔里木盆地奥陶系亦普遍存在于盆地内大部分地区和周缘的部分地带,盆地周缘的奥陶纪地层主要出露于西部的巴楚地区和西北部的柯坪地区以及东北部的库鲁克塔格地区。这些地区奥陶纪地层发育较完整,化石丰富。在南天山西段奥陶系也有零星分布,但研究程度很低,迄今尚未发现可靠的化石证据。塔里木盆地西南缘铁克里克地区曾报道有奥陶系,经重新研究现已归属前震旦系(徐新、黄河源,1990),因此,塔里木南缘奥陶纪可能有古陆存在。塔里木覆盖区奥陶纪地层已在塔里木中央隆起带、塔北和塔东钻遇,现已证明可与周缘地区对比。奥陶纪塔里木陆块南侧西段以柯岗断裂与西昆仑地块为界,南侧东段以且末-星星峡走滑断裂与阿尔金断块为界。

塔里木陆块奥陶纪具有南高北低的古地形,海水由南而北逐渐加深,从生物群来看同属一个地理区,但无论沉积类型和生物群组成随着环境变迁,均有明显分异。

如柯坪地区早奥陶世海水较浅,以灰岩为主,早期白云岩发育,主要处于半闭塞、开阔台地相区,中奥陶世为最大海侵期,沉积物以薄层泥质灰岩、瘤状灰岩和黑色页岩为主,属陆