

塔里木盆地

西南坳陷

石油地质特征及油气资源

董大忠 肖安成 编著

石油工业出版社

塔里木盆地西南坳陷 石油地质特征及油气资源

董大忠 肖安成 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是在“八五”国家重点科技攻关项目“塔西南坳陷油气藏形成条件及评价”等有关塔西南坳陷石油地质综合研究的基础上编写的。书中系统地总结了“八五”及以前多年来有关塔西南坳陷油气勘探、石油地质特征的研究成果。特别是对塔西南坳陷的石油地质条件、成藏规律、机制、地球动力学特征、勘探远景进行了深入研究。内容涉及塔西南坳陷的油气勘探历程、油气勘探成果、塔西南坳陷的地层系统、沉积发育史、坳陷形成演化的地球动力学特征、过程及主要构造带的变形特征、构造单元、构造样式、生储盖层特征、类型及组合样式、油气性质、成因类型及油气源对比、油气藏类型、分布、典型油气藏剖析、油气分布规律、分布模式及形成条件、坳陷、层系、构造单元的油气资源预测、油气丰度分析、圈闭资源预测、坳陷勘探远景、勘探建议。

本书内容丰富、资料翔实、阐述充分、观点新颖,可供从事塔西南坳陷的石油、天然气地质研究的科研、生产人员和有关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

塔里木盆地西南坳陷石油地质特征及油气资源/董大忠,肖安成编著. —北京:石油工业出版社,1998.10

ISBN 7-5021-2447-0

I. 塔…

II. ①董…②肖…

III. ①石油天然气地质—新疆—塔里木盆地②油气—矿产资源—新疆—塔里木盆地

IV. P618.130.624.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 30372 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

河北省徐水县照排厂排版

石油工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 340 千字 印 1—1000

1998 年 10 月北京第 1 版 1998 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2447-0/TE·2017

定价: 18.00 元

序

石油工业在“稳定东部、发展西部”的战略方针指导下，1989年开展了塔里木盆地石油勘探的大会战。与此同时，“七五”、“八五”塔里木盆地的油气形成和油气资源研究也被列为国家重点科技攻关项目。经过近10年的勘探实践和科技攻关，塔里木盆地的油气勘探取得了重大的进展。在10余个层系（组）中发现了高产工业油气流，探明了多个油气田，发现了一批含油气构造，具有几百万吨的年生产能力，使塔里木盆地成为西部重要的石油生产基地。在油气勘探不断取得突破的同时，也给塔里木盆地石油地质特征的研究提供了充分的实际资料。通过重点科技攻关研究，对塔里木盆地的石油地质特征及勘探技术方法逐步开展了系统的研究工作，一些久攻不破的探区取得了重大的突破，逐步形成了塔里木盆地独特的石油地质规律，有效地指导了盆地的油气勘探。其中“塔西南坳陷油气藏形成条件及评价”就是一个典型的例子，作为塔里木盆地重要组成部分，塔西南坳陷的石油地质特征及资源研究举足轻重。

本书是长期从事塔里木盆地科研攻关（特别是“七五”、“八五”国家重点科技攻关项目“塔里木盆地油气形成”和“塔西南坳陷油气藏形成条件及评价”）、探索塔里木盆地油气藏形成与分布规律、油气资源及勘探前景研究所取得的科技研究成果的高度综合和全面总结。本书内容翔实、资料丰富，论述系统、严谨，文图并茂。书中从不同侧面总结了塔西南坳陷的基本石油地质特征，论述了重点含油气单元的油气勘探前景，为塔西南坳陷的油气勘探提供了较坚实的科学依据和明确的勘探方向。从目前的勘探结果和认识程度看，既具有较高的实用价值又具有较高的理论水平。

本书的出版，对塔里木盆地西南坳陷的油气勘探将会发挥较大的作用。

戴金星

1998年10月8日

前 言

塔里木盆地经过近 40 年的准备和近 10 年的大规模油气勘探,现已进入油气储量、产量大规模增长时期,使塔里木盆地逐步成为我国西部重要的石油工业基地。为了加速塔里木盆地产业化进程,搞清塔里木盆地基本的石油地质规律,国家在“七五”、“八五”连续将塔里木盆地石油地质特征的研究列为国家重点科技攻关项目,组织了大批科研院所对其进行科技攻关。几年来,经过原中国石油天然气总公司、原地质矿产部、中国科学院和有关高等院校数千名科研人员的辛勤工作、努力探索,对塔里木盆地的盆地形成、构造演化、沉积发展、油气形成规律等的研究,取得了可喜的成果。这不仅为塔里木盆地的油气勘探提供了坚实的理论基础,同时也在我国海相碳酸盐岩成油理论上取得突破,丰富了我国石油地质理论。

塔西南坳陷位于塔里木盆地的西南部,面积达 $15 \times 10^4 \text{ km}^2$,是塔里木盆地的重要组成部分,也是油气勘探的主要领域,由于塔西南坳陷经历了长期的坳陷形成和演化过程,多套源岩的多次生排烃带来油气的多次成藏,多次的构造活动使其多次破坏或调整,导致油气成藏过程十分复杂,油气分布规律、控制因素也难以掌握。因此,塔西南坳陷也是塔里木盆地科技攻关的不可缺少的部分。

本书是在近几年塔西南坳陷的勘探和研究成果的基础上,根据原中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院、新疆石油管理局地调处、南疆石油开发公司、江汉石油学院等“八五”国家重点科技攻关资料及作者长期从事塔西南坳陷石油地质综合研究的成果编写而成的,是对多年来研究成果的系统总结和升华。本书的出版希望能对塔西南坳陷的油气勘探决策有所裨益。

本书共分六章,前言、绪论、第四、五章由董大忠编写,第一章由董大忠、张金泉、陈俊湘、肖安成编写,第二、三章由肖安成、陈毓遂编写,第六章由董大忠、关春林、胡素云编写。全书由董大忠、肖安成校定。

本书在编写过程中,得到了众多对塔里木(盆地)问题颇有建树的老专家和攻关项目课题组、石油界同行们的热情指导和大力支持,同时引用了他们部分研究成果,在此一并表示衷心地感谢。

作 者

1997 年 8 月 8 日

目 录

绪论	(1)
第一章 地层系统	(5)
第一节 古生界	(7)
一、震旦系	(7)
二、寒武系	(7)
三、奥陶系	(8)
四、志留系	(9)
五、泥盆系	(9)
六、石炭系	(10)
七、二叠系	(18)
第二节 中生界	(19)
一、三叠系	(19)
二、侏罗系	(20)
三、白垩系	(20)
第三节 新生界	(21)
一、下第三系	(21)
二、上第三系	(22)
第四节 沉积—构造演化	(22)
一、震旦—泥盆纪	(23)
二、石炭—早第三纪	(24)
三、晚第三—第四纪	(27)
第二章 地球动力学及主要构造带的变形特征	(29)
第一节 区域构造特征及地球动力学过程	(29)
一、区域构造格局	(29)
二、地体与缝合带特征	(30)
三、区域构造发展史	(31)
四、构造演化及动力学过程	(32)
第二节 主要构造带的变形特征	(34)
一、塔西南前陆冲断带	(34)
二、塔西南的走滑构造分析	(42)
第三章 构造单元及构造样式	(50)
第一节 构造单元划分	(50)
一、构造层	(50)
二、基底结构及构造格局	(51)
三、二级构造带的划分	(52)
第二节 构造样式	(62)

一、构造样式分类	(62)
二、基底卷入型构造样式	(63)
三、盖层滑脱型构造样式	(67)
第四章 生储盖条件	(73)
第一节 生油岩评价	(73)
一、寒武—奥陶系	(73)
二、石炭—二叠系	(77)
三、侏罗系	(86)
四、上白垩统一下第三系	(91)
第二节 储集层评价	(93)
一、储集层特征及评价	(93)
二、成岩作用及对储集层的影响	(105)
第三节 盖层特征及生储盖组合	(106)
一、盖层特征	(106)
二、生储盖组合	(109)
第四节 石油天然气性质、成因类型及油源对比	(111)
一、含油气层系	(111)
二、石油性质、成因类型及油源对比分析	(113)
第五章 油气藏形成与分布	(131)
第一节 油气藏类型	(131)
第二节 已知油气藏特征	(132)
一、柯克亚油气田	(132)
二、柯深1井卡拉塔爾组凝析气藏	(138)
三、巴什托普油田	(141)
第三节 油气聚集规律与分布模式	(149)
一、油气聚集规律	(149)
二、油气藏分布模式	(150)
第四节 油气藏形成条件	(152)
一、古生界油气藏形成条件	(152)
二、中、新生界油气藏形成的条件	(153)
第六章 油气资源预测及勘探前景	(154)
第一节 评价系统	(154)
第二节 总资源量预测	(154)
一、资源预测方法	(154)
二、各项参数的确定	(156)
三、油和气资源量的预测	(175)
第三节 区带资源量预测	(176)
一、区带的石油地质条件	(176)
二、区带资源量的预测方法及结果	(180)
三、资源量的丰度分析	(185)

四、对区带及其资源量的评价.....	(189)
第四节 圈闭评价.....	(191)
一、圈闭地质评价.....	(191)
二、圈闭资源量预测.....	(195)
三、圈闭综合评价.....	(199)
第五节 勘探前景.....	(201)
一、对油气分布的认识.....	(201)
二、勘探前景.....	(202)
参考文献.....	(204)

绪 论

塔西南坳陷位于塔里木盆地的西南地区,呈北西向展布,北与天山地槽褶皱系和柯坪断隆相邻,东北以色力布亚—玛扎塔克断裂与塔中断隆带分界,西南以昆仑山地槽褶皱带前缘逆冲断裂为界,南界是铁克里克隆起的北缘断裂,东南通过且末断裂与塔南隆起相邻。坳陷向东收敛,向西因受南天山和西昆仑山的夹持而收敛,成峡谷状与中亚的卡拉库姆—塔吉克、费尔干纳盆地相连,总面积达 $15.15 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。坳陷的北部是南天山山脉的西段,南部是西昆仑山脉,东部为沙漠,西部为山地,只有喀什—叶城—和田一线主要为农田区。区内海拔变化在 1100~2500m。

坳陷南陡北缓,呈箕状,在沉积演化过程中,下古生界向西向南(可能)变薄;上古生界、中生界均有不同程度的沉积;新生界沉积最为广泛,沉积厚度上千米。其构造特点主要表现为靠近山前褶皱剧烈,局部构造及断裂极其发育,构造走向及其展布受山系的严格控制,向盆地(即坳陷)内部褶皱减弱至消失,形成宽缓的南倾斜坡。按构造发育特征、沉积层的分布特点等因素,可分为喀什、叶城、和田三个凹陷和麦盖提斜坡、巴楚隆起五个次级构造单元。

喀什坳陷勘探历史悠久:1876年,佛特列尔在明遥路构造开展了路线地质调查;1937年,别良耶夫斯基等在昆仑山、喀喇昆仑山作过地质调查,并编制了 1:50 万地质图;1940~1943年西尼村和别良耶夫斯基在皮山—康西瓦—大红柳滩和喀什、英吉莎进行了路线地质调查,之后编写了“南天山及塔里木西北部地质”和“西昆仑、喀喇昆仑及塔里木盆地和邻区地质”,编制了 1:100 万地质图。新中国成立后,从 1952 年开始,对塔西南坳陷开展了大规模的油气勘探,并发现了柯克亚油气田、巴什托普油田及克拉托等一些含油气构造。从 1952 年至今可以划分为三个勘探阶段。

(1) 初期阶段。从 50 年代到 60 年代期间,中苏石油公司,前苏联地质保矿部十三航测大队,地矿部 753 队,航磁 909 队,新疆石油管理局等单位对本区进行了地面地质调查、重磁电勘探、地震勘探、钻探和综合研究工作。这一时期主要的勘探工作量见表 1。

表 1 初期勘探阶段工作量表

勘探项目	地面地质调查	重磁电	地震	钻井
工作量	局部构造普查 1:20 万、详查 1:5 万 发现了油气苗	全区 1:20 万 和 1:50 万	巴楚地区(单次覆盖): 933km	克拉托: 9 口, 喀什背斜: 1 口, 牙桑地: 3 口, 351 重力高: 1 口

1952~1956 年:勘探工作集中于喀什凹陷及昆仑山的北缘,对喀什凹陷作了 1:20 万的地面石油地质调查;喀什—英吉莎地区的 1:20 万的重力普查,并提出了凹陷中下第三系—白垩系是主要目的层的认识。基于这一认识,选择了地面油气显示十分丰富的克拉托背斜构造进行了钻探,并在中新统见到良好的油气显示,获少量油流,从而发现了克拉托含油构造。

1957~1969 年:主要的勘探工作集中在喀什凹陷,对有希望的构造进行了详查和钻探,

把勘探目的层由第三系扩展到侏罗系，认为侏罗系是一套重要的油源层。

(2) 油气突破阶段。从 70 年代到 80 年代期间，塔西南地区油气勘探处于高峰阶段，也是获得油气勘探重大突破阶段。1977 年 5 月柯克亚背斜的柯参 1 井喷出大量油气流，从而发现了塔里木盆地第二个油气田。新疆石油管理局及原石油部所属有关单位，在该区开展了大规模的油气勘探工作。在此期间，地矿部也在塔西南地区的喀什凹陷西部及麦盖提斜坡上倾部位开展油气勘探工作。这一阶段的主要勘探工作量见表 2。

表 2 油气突破期勘探工作量

勘探项目	地质调查	航磁 1:20 万	重力 1:20 万	电法 1:100 万	地震	钻井
工作量	北杜瓦—棋盘地区地质详查；西南缘 Z—P 地层与沉积相地面调查	全区	喀什—英吉莎、皮山—和田、麦盖提斜坡	昆仑山山前	叶尔羌河以西—昆仑山前：8820km	21 个构造共钻井：48 口

70 年代，塔里木盆地油气勘探工作重点转向塔西南地区。新疆石油管理局南疆石油勘探会战指挥部及地调处承担了油气勘探的主要任务。

1970~1974 年：由于 1958 年 10 月在库车坳陷发现了依奇克里克油田，塔里木盆地的主要油气勘探力量都集中到了盆地的东北部，使西南坳陷的进一步勘探中断了近十年。70 年代起，随着勘探战场由东向西的转移，对西南坳陷的生储油条件进行了综合研究。这时的勘探工作从喀什凹陷向叶城凹陷方向发展，除再次钻探克拉托构造外，对牙桑地、英吉莎、固满等构造也进行了钻探，并首次沿喀什—巴楚—莎东—棋北—桑株一带作了地震普查，对柯克亚、棋北、固满等构造进行了详查和普查。但由于地震剖面质量太差，没有取得满意的结果。可以说该期的勘探是一个低谷，无任何重大和明显的突破。

1975~1983 年：勘探主要集中在叶城凹陷。首先地矿部在玉力群构造始新统卡拉塔尔组发现了油气显示，原石油工业部钻探了玉力群、桑株、柯克亚等一系列构造。1977 年 5 月由原石油工业部钻探的柯参 1 井钻至 3783m，发生了强烈的井喷，获天然气 $200 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，轻质油 $1600 \text{m}^3/\text{d}$ ，从而发现了柯克亚凝析油气田。同时组织了塔西南坳陷石油勘探的会战，钻探了英吉莎、固满、泽普、桑株、玉力群、甫沙、合什拉甫、明遥路、棋北、琼库恰克、牙桑地等一大批构造，井深多在 3000m 以上，有两口井超过了 6000m。但多数井都因事故而完钻，未达目的层，部分井虽钻至目的层，但试油只在少数浅井和深井中进行，更多的如棋北 1 井、明 1 井等没有进行试油，因此至会战结束也没能对那些重点构造的主要目的层的含油性气得出明确的认识。

1984~1990 年：1984 年以后，由于地矿部在塔北沙参 2 井下古生界获高产工业油气流，以及由原中国石油天然气总公司钻探的轮南 1 井、轮南 2 井等并获高产油流，塔里木盆地的油气勘探重点又由西向东转移，西南坳陷的勘探仅局限于叶城凹陷，并对柯克亚油气田有了进一步认识。在此期间，完成了西南坳陷有关石油地质条件综合研究和油气远景评价，认识到塔西南坳陷的油气远景潜力和寻找油气的复杂性，并提出塔西南的生油层系有四套，即海相寒武—奥陶系、石炭—二叠系、陆相中、下侏罗统、上白垩统—下第三系。其中海相石炭—二叠系和陆相中、下侏罗统为主要生油层系。1986~1988 年，作为对塔里木盆地的整体认识的一部分，江汉石油学院对坳陷西南缘进行了野外地质调查并取得了一些新的重要认

识。

(3) 整体勘探阶段。从 90 年代以来, 又形成了一个新的油气勘探高潮, 对塔西南坳陷开展了整体勘探。

1983~1989 年期间, 塔西南地区的油气区域勘探工作基本停止。直到 1990 年原中国石油天然气总公司地球物理勘探局第二调查处, 在皮山县克里阳进行山地震勘探试验工作, 重新拉开了塔西南地区油气区域勘探的序幕。此后, 塔西南地区进入了一个新的油气勘探高潮期, 并取得了重大突破。1993 年 1 月, 位于麦盖提斜坡上倾部位的巴什托普背斜上, 新疆石油管理局钻探的曲 3 井, 在下石炭统巴楚组获得工业性油气流; 地矿部在该构造上钻探的麦 3 井在上石炭一下二叠统小海子组获得工业性油气流。这是塔西南地区在上古生界海相碳酸盐岩地层中油气勘探获得的重大突破, 为该区找油展现了广阔的前景。

1993~1995 年对柯克亚深部进行了钻探, 柯深 1 井于 6481m 完钻, 井底地层为下第三系古一始新统齐姆根组。该井综合解释在 2800~6481m 井段有油气层 81 层, 累计厚度为 341.4m。其中下第三系始新统卡拉塔尔组综合解释油气层 (6336~6432m 井段) 6 层, 厚度 47m, 可能油层 2 层, 厚 5m。油气层为灰质云岩、云质灰岩与泥晶灰岩, 裂缝发育, 厚度大, 油气层压力高 (1.98~2.02 泥浆比重钻进, 仍然后效显示强烈, 估计地层压力系数达到 1.95~2.0)。钻进中油气显示强烈, 这是首次在下第三系发现高压碳酸盐岩油气藏。柯克亚背斜北翼的柯 101 井在西八段上部 3869.26~3876.28m 获得日产凝析油 34.4m³, 天然气 124470m³。说明西八段在北翼有油环存在, 为扩大柯克亚油田油气储量提供了重要依据。同时打开了塔西南坳陷下第三系油气勘探新领域。

1995 年以后, 众多石油单位同时开展了塔西南坳陷的勘探, 采取的勘探思路与勘探模式多样, 突破了重点层系和众多目标, 发现了寒武一奥陶系含油气层系, 开创了新领域与新层系。

这一阶段的主要勘探工作量见表 3。

表 3 整体勘探期勘探工作量

勘探项目	地面调查 1:10 万	重磁力 1:20 万	MT(1:20 万) EMAT	地 震	钻 井	评价研究
工作量	齐姆根地区、喀什山前区	喀什凹陷、苏勒阿孜—柯克亚、和田地区	柯坪、玉力群、和田、喀什 (EMAP:190km)	全区普通二维 14259km, 山地 651.4km, 三维 606.24km ²	26 口, 钻探构造 14 个	“七五”~“八五”科技攻关

综上所述, 塔西南油气勘探经历了三个阶段历时 40 余年, 在对塔西南坳陷地质结构和石油地质条件认识不断深化的基础上, 加速了油气的勘探工作。取得了丰富的成果。

(1) 20 余个地面圈闭的地质普查、详查和细查, 面积近 70000km²; 丈量和描述露头剖面 370000m 以上; 英吉莎、琼库恰克、克里阳、棋北等地区的五个三级构造带的综合研究; 全坳陷两次油气资源评价。

(2) 重磁电勘探: 重力勘探面积 220000km², 测线长 30000km; 磁力勘探面积 150000km², 测线长 11000km; 航磁勘探面积 160000km², 测线长 23000km; 电法勘探面积 6000km², 测线长 2000km; EMAP: 190km。

(3) 地震勘探: 面积 151500km^2 , 测线长 24012km ; 英吉莎山地地震 200km , 喀什凹陷山地 451.41km ; 三维地震 606.24km^2 。

(4) 钻井: 除柯克亚油田外, 钻探 36 个构造, 钻井 113 口 (包括原地矿部), 其中浅井 ($<3500\text{m}$) 49 口, 深井 ($>3500\text{m}$) 64 口。

(5) 发现地面构造 68 个, 潜伏构造 85 个; 发现大量地蜡、沥青、油砂、液体油苗等, 发现油气田 2 个, 获工业油气流构造 2 个, 含油气构造 8 个, 占总构造的 8%。

(6) 确定勘探目的层有 5 个: 中新统、下第三系, 白垩—侏罗系、石炭系、奥陶系。

通过上述勘探工作, 取得的主要成果有:

(1) 通过地震资料和野外露头剖面的调查, 对坳陷内的地层系统有了一个比较清楚的认识, 坳陷内除三叠系 (可能) 缺失外, 其它各时代地层都有发育, 总沉积岩厚度最大近 20000m 。

(2) 查明了坳陷内两套主要油气源岩和一套次要油气源岩。两套主要油气源岩是石炭—下二叠统和中下侏罗统, 次要源岩为寒武—奥陶系。石炭系—下二叠统为海相和海陆交互相沉积, 以生物碎屑灰岩、泥灰岩、泥岩和页岩为主, 全坳陷都有分布, 是坳陷中最重要的生油层系。中下侏罗统为湖泊沼泽相沉积, 以暗色泥质岩和煤为主要油源层, 主要分布在坳陷的西南边缘山前凹陷中, 呈带状分布, 是山前凹陷重要的供油层系。寒武—奥陶系根据地震资料显示主要分布在坳陷东北部及麦盖提斜坡和巴楚隆起上, 据地面露头分析和曲 3 井油源对比, 是坳陷东北部及麦盖提斜坡以北地区的重要油源层系。

(3) 坳陷存在多套海相及陆相储盖组合, 并发育多处油气显示 (地面油苗、井下油气), 尤其是 C—P 地面露头多处发现生物礁 (或生物滩), 良好的生储油层系, 有很好的油气前景。

(4) 喀什凹陷、叶城凹陷和田田凹陷都有成排成带的大型构造分布, 钻探中不少构造都有油气显示, 麦盖提斜坡在其上倾方向上逐层形成寒武—奥陶系、石炭系、二叠系大型地层尖灭带、断裂带, 是形成地层圈闭、断层遮挡、古潜山等多种类型圈闭的良好地带。

(5) 发现柯克亚油气田、巴什托普油田, 康塔库木、鸟山鼻状构造工业油气流构造, 帕赫米力克西、玉代力克断块、古董山、方 1 井构造等 8 个含油气构造。

(6) 全面开展了坳陷的沉积、构造、油气资源和勘探目标的综合研究与评价。确定了坳陷的地层系统与展布特征, 明确了盆地类型、发育特征及构造演化过程, 发现了侏罗系、石炭—二系、寒武—奥陶系生油气层系, 重新计算了全坳陷油气资源量, 总资源量为近 $40 \times 10^8\text{t}$, 表明坳陷油气勘探前景广阔。在坳陷成油地质特征与规律总结的基础上, 提出了进一步勘探的有利目标区。

第一章 地层系统

塔西南坳陷的沉积经历了古生代地台和中、新生代前陆坳陷发育阶段。自晋宁运动使其元古代和太古代地层变质结晶,形成坳陷的基底以来,地台—前陆坳陷两个发育阶段沉积了巨厚的沉积盖层。地层发育较全,主要为浅海地台及陆内湖盆、湖沼及河流沉积,总厚在12000~20000m(图1-1)。地台发育阶段为整个古生代,构造运动主要表现为地壳的升降运动,沉积了震旦系—二叠系的全部古生代地层,以海相沉积为主,为一套碳酸盐岩与碎屑岩的交互沉积,厚4600~9700m。前陆坳陷发育阶段为中生代—新生代,构造运动表现为前陆逆冲与推覆,沉积了侏罗系—第三系,以陆相湖盆、湖沼及河流沉积为主,为一套厚度较大的碎屑岩建造,厚8000~12000m。古生代地层间多为整合接触或假整合接触,中、新生代地层间多以角度不整合接触,局部为整合或假整合接触。在整个塔西南坳陷的露头区内下古生界出露较少,除震旦系有较多出露外,寒武—奥陶系、志留系主要出露于坳陷的东北缘柯坪地区。震旦系分上下两个统,除周边露头外,坳陷内的分布状况不清楚,厚度为1200~2700m。寒武—奥陶系、志留系在坳陷内广泛分布,为浅海台地相沉积,厚度分布较稳定。石炭—二叠纪是坳陷内广泛的一次海侵,沉积遍布全区,是目前认识程度较多的一套地层。由于受加里东运动及海西运动的影响,石炭—二叠系在坳陷的东北部麦盖提斜坡及巴楚隆起上厚度较小,在昆仑山前区沉积厚度增大,发育和2井区和叶城—喀什两个沉积凹陷区,厚2000~5000m。晚二叠世,全区由浅海台地相转变为内陆湖泊相,为海陆过渡相沉积,厚约200~1000m。侏罗系为河湖相沉积,为一套湖沼相的砂泥岩含煤地层,厚3000~6000m。主要分布在喀什—英吉莎—叶城—和田一线以南地区。发育两个沉积凹陷,一个是西北部的库兹贡苏—克拉托沉积凹陷,另一个是昆仑山前的克孜勒陶—叶城沉积凹陷,与下伏古生界为角度不整合接触。下白垩统以河流相沉积为主,为一套较厚的砾岩及红色砂岩夹泥岩,厚1000~1300m。晚白垩世—早第三纪,受古特苏海北支的影响,海水经由西部的阿莱依海峡及北部的费尔干纳—库兹贡苏山口侵入塔西南坳陷,形成西塔里木海湾。海湾自晚白垩世初开始形成到早第三纪渐新世末期消亡,共经历了六次海侵。晚白垩世两次海侵,由两个旋回组成,海域范围较小;早第三纪四次海侵,由四个旋回组成,海侵范围较广。组成这六次海侵—海退旋回的主体相是滨海相、浅海相和泻湖相,缺乏深海相和广海相沉积。晚白垩世—早第三纪的地层以滨浅海—泻湖相沉积为主,主要为一套碎屑岩夹碳酸盐岩及石膏、膏泥岩,厚900~1600m。晚第三纪由于昆仑山的快速隆升和向坳陷的逆冲推覆,塔西南坳陷急剧下降,海水退出本区,以河流、冲积相为主,沉积了一套巨厚的红色砂岩、粉砂岩、泥岩互层夹砾岩。最后由于喜马拉雅运动的强烈影响,昆仑山向北逆冲推覆,使坳陷海相及陆相地层发生强烈的断褶变形,形成塔西南坳陷现今的构造形态。

塔西南坳陷的基底由两部分组成:太古界—下元古界为强磁性片麻岩、片岩、角闪岩、花岗岩片麻岩、大理岩、千枚岩,基性火山岩等深变质岩等结晶岩系;中、上元古界为浅变质的千枚岩、板岩、细碧石斑岩、大理岩等。实际上,中、上元古界是介于太古—下元古界结晶岩系和震旦系及其以上沉积盖层之间的过渡层。

沉积盖层包括古生代地台相碳酸盐岩和中、新生代前陆坳陷型碎屑岩(图1-1)。

地 层			岩性剖面	厚度 m	油气显示	生储盖组合		
界	系	统				生油层	储油层	盖层
新 生 界	第四系	Q		0~610	○			
	第三系	N ₂		208	○			
				3403				
		N ₁		1070	☆ ○			
				3000				
		E		504	☆			
				1300				
	中生界	白垩系	K	360 900				
		侏罗系	J	353 2000				
上 古 生 界	二叠系	P ₂		0 2058	☆ ○			
		P ₁						
	石炭系	C		1750	○			
				2761				
	泥盆系	D		185	☆			
下 古 生 界	志留系	S		280~ 418				
	奥陶系	O		545 1037				
	寒武系	Є		578				
	震旦系	Z		1223				
				2651				
元 古 界				2471				
				1035				

☆ 地面油气显示；6 井下油气显示；○ 井下油气流

图 1-1 塔西南坳陷地层层序

第一节 古 生 界

一、震 旦 系

震旦系仅出露于南缘铁克里克地区，主要由一套浅海—陆棚相碎屑岩和碳酸盐岩构成。

(一) 下震旦统

格里西组 (Z_{1g}): 与青白口系不整合接触，主要为深水浊积岩、硅质岩和泥岩。下部为肉红、紫红色块状中、细砾岩夹砂、页岩，中上部为灰绿、紫灰色厚层块状纹层含粉砂质含硅质泥岩、泥质硅质岩、硅质粉砂岩夹砂岩、粉砂岩。厚 347m。

恰克马克力组 (Z_{1q}): 为暗紫、紫灰、灰绿、褐灰、棕红色冰海沉积的块状混积岩，夹陆棚沉积的陆源沉积。厚 1256m。

(二) 上震旦统

雨塘组 (Z_{2y}): 与下伏恰克马克力组整合接触，为浅海陆棚相沉积的暗色粉砂质泥岩、泥岩、泥质细粉砂岩至滨岸沉积的砂岩。厚 768m。

库卡尔组 (Z_{2k}): 以深水扇沉积的深灰色、灰色、绿灰色粉砂质页岩、泥岩、粉—粗粒砂岩夹滑塌层；等深流、碎屑流及滨岸陆棚的碎屑岩夹白云岩沉积，底部为湖相暗紫灰色、暗灰色泥质、铁质粉砂岩、页岩，顶部为滨岸、陆棚相的一套碎屑岩夹白云岩。厚 769m。

克孜苏胡木组 (Z_{2k}): 主要由滨岸碎屑岩、潮坪沉积以及浅水碳酸盐岩组成。这套浅水沉积，特别是白云岩，在塔里木地台其它地区也稳定发育，并能与扬子地台上震旦统灯影组的岩相特征对比。下部为紫红、黄褐、灰白色中、细粉粒石英砂岩为主夹粉砂质泥岩。厚 355m。

二、寒 武 系

塔西南拗陷周边无露头，在铁克里克区缺失，地震剖面资料揭示拗陷内寒武系普遍存在。在邻区柯坪出露较全，为浅海台地相沉积。

(一) 下寒武统

主要为浅水台地相碳酸盐岩，可分为三个组，由下而上分别为玉尔吐斯组、肖尔布拉克组和吾松格组。其中玉尔吐斯组中含有磷矿层及含海绿石砂岩，指示自寒武纪开始发生明显海侵，且岩相变化不明显。

玉尔吐斯组 (ϵ_{1y}): 岩性为深灰色、灰色中—薄层状粉晶灰岩、瘤状灰岩、云岩夹灰黑色、黄绿色、浅紫红色页岩，底部为浅紫红色中—薄层状泥岩与灰黑色中—薄层状磷质硅质岩互层。产小壳化石: *Cambroclavus fangxiangensis*, *Sachites mirus*, *Hyolithellus* sp., *Pratohertzina* sp 等。微古植物: *Lophosphaeridium* spp., *Leiosphaeridia minor*, *Triangulomorpha* sp. 等，古介形虫: *Xinjiangella reniformix*, *X. vonustois* 等，叠层石: *Aksunia fangshanensis*, *Linocollenia* 等。厚 17~35m。

肖尔布拉克组 (ϵ_{1x}): 岩性以灰白色、深灰色中层—块状白云岩为主，中部夹薄—中层状灰岩或泥质灰岩。产三叶虫化石: *Kepingaspis talimensis*, *Tianshanocephalus tianshanensis*, *Metaredlichia ideskepingensis*, *M. talimensis*, *Shizhudiscus sugaitensis*, 小壳: *Calcihexactina*, 古介形类: *Liangshanella orbicularis*, *L. liangshanensis*,

腕足类: *Lingulella* sp., *Nisusia* sp. 等。厚约 170m。

吾松格组 (ϵ_{1w}): 岩性为杏黄色、灰色薄层灰岩、泥质灰岩夹粉砂岩和页岩, 产三叶虫化石。

(二) 中寒武统

沙依里克组 (ϵ_{2s}): 为局限台地泻湖相和开阔台地相沉积。岩性下部为浅灰色、灰色中薄层粉晶云岩及含泥云岩, 上部以灰色、深灰色厚层一块状角砾岩、含泥灰云岩和粉晶灰岩, 产三叶虫和腹足类化石。

阿瓦塔格组 (ϵ_{2a}): 为一套浅海泻湖相石膏和云岩沉积, 为紫红色中一厚层状泥晶云岩、云质泥岩与浅灰色、灰色、紫红色粉晶云岩互层, 有时含藻叠层石。厚 143~261m。

整个中寒武统含丰富植物化石: *Lophosphaeridium* 和 *Trachysphaeridium* 占绝对优势; 其次为 *Lophomuscula* 和 *Margomuscula*; *Quadratormorpha*, *Leiosphaeridia*, *Polycyrtus* 少量。

(三) 上寒武统

丘里塔格群下亚群 (ϵ_{3q}): 只出露于柯坪—巴楚地区, 岩性基本一致, 上部见硅质条带、颜色加深, 并含砂屑页岩。本组主要为灰白色—深灰色中一厚层状含燧石团块或条带状粉晶—细晶白云岩, 颜色深浅间互。含牙形石: *Trochodonta nakamurai*, *T. reclinatus*, *T. erectus* 等。厚 291~610m。

三、奥陶系

邻区柯坪出露较全, 为一套浅海台地相沉积。

(一) 丘里塔格上亚群 (O_1q)

主要为一套浅灰色粉晶—细晶灰岩和亮晶砂屑灰岩, 下部多见硅质条带或团块。巴楚地区该群厚度较大, 且砂屑含量较高, 为开阔台地相沉积。西南缘只有局部分布, 称恰特组和坎地里克组, 岩性为石灰岩夹碎屑岩的陆棚相沉积。标准剖面见于柯坪地区, 岩性可分为三段, 从下到上为:

(1) 灰白色、浅灰色厚层状粉—中晶云岩夹砂屑灰岩, 见牙形石化石: *Rosodus manithecensis*, *Scolopodus* aff. *bassleri*, *S. floweri*, *S. pseudoplanus*, *S. filatus*, *S. primitivus*, *Terodontus*, *T. huanghuachangensis*, *T. nakamurai*, *T. gracilis*, *T. erectus*, *Drepanodus arcuatus*, *D. shbarcuatus*, *Monocostodus sevierensis*, *Acontiodus propinquus*, *Chosonodina herfurthi*, *ordylodys* sp. 厚 144~188m。

(2) 下部为浅灰色、灰色中一厚层状粉—中晶云岩与粉—细晶砂屑灰岩略等厚互层, 上部为同色粉细晶砂屑灰岩夹云岩, 顶部出现泥晶灰岩, 产牙形石化石: *Scolopodus* cf. *bassleri*, *S. unicostatus*, *S. rex huatianzhaiensis*, *S. talimuensis* sp. nov., *S. barbatus*, *S. yinganensis* sp. nov., *S. asperus*, *S. corunformis*, *S. bicostatus* sp. nov., *Terodontus gracilis*, *T. proteus*, *T. variabilis*, *Drepanodus arcuatus*, *D. suberectus*, *Acodus* cf. *oneotensis*, *A. tongus* sp. nov., *A.?* *dabanensis* sp. nov., *Glyptoconus quadranlicatus*, *potodus deltifer*, *P. inconstans*, *Serratognathus diversis*, *Conuodus longibasis*, *Tripodus proteus*, *T. variabilis*, *Paroistodus proteus*, *P. cf. originalis*, *Drepanoistodus brevibasis*, *protopanderodus grodatus*, *Bergsloemognathus* sp., *Belodella fenxiangensis*, *Oisloos* sp., 腹足类: *Maclurites* sp. 厚 662m。

(3) 灰色泥晶灰岩和生屑灰岩, 夹硅质条带。产牙形石化石: *Scolopodus* sp., *Drepanodus arcuatus*, *Belodella fenxiangensis*, *Eoplacognathus* sp., *Coclocelodontus* sp., 三叶虫: *Laenus sinensis*, *Hammatocnemis* sp., 头足类: *Ordosoceras ordosense*, *Sactoceras* sp., *Shumardoceras* sp.。厚 57.0m。

(二) 萨尔干组 (O_1-2s)

本组地面见于柯坪, 为灰黑色、浅绿灰色钙质页岩夹灰色、深灰色薄层粉细晶灰岩, 化石极为丰富, 门类、属种多, 主要有: 牙形石: *Pygodusanterinus*, *Eoplacognathus*; 笔石: *Nemagraptus gracilis*, *Glossograptus hincksii*, *plerograptus elegans*, *Amplexograptus conferus*, *Isograptus armatus*; 三叶虫: *Kralindia*, *Tangyaia*, *Ampyx*, *Xinjiangia*, *Yingangaspis*, *Mendolaspis* 等, 以及上述门类其它多个属种, 此外还有几丁虫、腕足、头足、微古植物等门类。厚 13m。

(三) 坎岭组 (O_2k)

岩性以紫红色、浅灰色瘤状含泥灰岩和泥晶灰岩为主, 底部夹深色钙质页岩, 在本区分布广泛、岩相变化不大, 含化石: 牙形石、头足、三叶虫和腹足类等。厚 17~36m。

(四) 其浪组 (O_2q)

岩性为绿色含泥灰岩、泥晶灰岩与钙质泥岩、泥灰岩互层, 岩相稳定, 产较多的头足、三叶虫、笔石、腕足、腹足、牙形石、几丁虫和微古植物等化石。厚达 173m。

(五) 印干组 (O_2-3y)

岩性为黑色钙质泥岩夹泥晶灰岩。产丰富腕足、三叶虫、笔石、几丁虫和微古植物化石, 另有个别牙形石, 在本组底部发现汉江组上部笔石带带化石: *Dicellograptus an gulatus*, 因此, 本组底部包括部分中奥陶世晚期沉积。厚 34.0~97.7m。

四、志 留 系

只有柯坪—巴楚地区有出露, 岩性可分为三段, 从下到上为:

(1) 灰绿色、深灰色中—厚层状粗粉—细砂岩与泥页岩互层, 产丰富几丁虫和微古植物化石。厚 257.2~275.4m。

(2) 灰绿色泥页岩、粉砂质泥岩夹粗粉—细粉杂砂岩和泥质粉砂岩。产丰富微古植物和笔石。笔石化石主要为: *Glyptograptus*, *Climacograptus*, *Diplograptus*, 少量 *Amplexograptus*, *Orthograptus*, *Petalolithus* 和 *Rhaphidograptus*, 其所包括的各种在国内外多见于下志留统 *Demirastrites convolutus*—*Monograptus sedgwickii* 带, 为早奥陶世早期, 可建立笔石带 *Glyptograptus alternis*—*G. incertus* 带与之对比, 相当于标准剖面湖北龙马溪组, 同时几丁虫和微古植物也可对比, 而二段与其上的罗惹坪组接近。厚 60~211m。

(3) 灰绿色、暗紫色厚层粗粉—细砂岩及灰绿色、深灰色页岩、产大量微古植物。厚 46.2~76.2m。

五、泥 盆 系

塔西南拗陷周边广泛出露, 是拗陷中分布较广的层系之一。在北部柯坪—巴楚地区泥盆系划分为三个组, 即塔塔埃尔塔格组、依木干他乌组、克兹尔塔格组, 分别代表泥盆系下、中、上统。在其它地区仅出露中、上统。在西部为中泥盆统, 称阿尔他西群; 在考库亚—阿尔他西一带为上泥盆统, 称考库亚组; 在南部为上泥盆统, 称奇自拉夫组。在北部主要为潮