

# 按封闭机理划分塔里木盆地的圈闭类型

董秀芳 伍泓

(地矿部石油地质综合大队, 湖北江陵 434100)

目前对圈闭的论述,侧重于形成机理方面的文章较多。本文依据封闭机理(或封闭油气的方式),把塔里木盆地的圈闭类型初步划分为两个大类和6个亚类。两大类为单封闭层圈闭和多封闭层圈闭;6个亚类为整合型(C型)、不整合型(U型)、整合+断层型(CT型)、不整合+断层型(UT)、整合+不整合型(CU型)和整合+相变型(CFC型)。一般而言,两大类中单封闭层圈闭应是最有利油气储聚的圈闭类型;6个亚类相比较,则首推C型圈闭储聚油气的能力最佳。

关键词 封闭机理 圈闭类型 封闭层 封闭面 塔里木盆地

第一作者简介 董秀芳 女 49岁 工程师 石油地质

近年来,有关论述塔里木盆地圈闭类型的文章不少,但均侧重于形成机理方面进行论述。本文试图依据“封闭机理”对塔里木盆地圈闭类型进行初步划分,进而探讨其不同圈闭类型对油气的储聚作用。

封闭机理亦即封闭油气的方式,它涉及“封闭层”和“封闭面”两个概念。所谓封闭层是指能阻碍油气泄露的所有岩层,其中包括通常所说的盖层。“封闭面”则指储油气岩系与封闭层之间的接触面。

按封闭机理对圈闭进行分类,是基于不同类型的油气圈闭往往都具有各自不同的封闭条件,而且封闭条件的优劣承担着圈闭的风险。

按封闭机理对圈闭进行分类的关键因素是封闭面,Milton和Bertram等人(1992)认为“圈闭性能的好坏完成取决于封闭面的效率”。为此,可以从封闭面角度对圈闭进行定义,即由单一的或交叉的封闭面围圈住渗透性岩层所构成的地质体称为一个圈闭。

## 1 塔里木盆地圈闭类型划分

### 1.1 圈闭类型划分方案

由于“封闭面的效率是由封闭面的性状及盖层(或封闭层)岩性所决定”(Milton等,1992),所以封闭面的数目和性质便成为决定性封闭机理的主要要素。据此,提出如下圈闭划分方案(表1)。封闭面的性质主要有整合面、不整合面、断层面和相变面4种。由单一整合面或不整合面做封闭面的圈闭称为单封闭层圈闭,该圈闭包括整合型和不整合型两个亚类,简称为C型和U型(英文“整合”为conformity,“不整合”为unconformity)。其它均属多封闭层圈闭,多封闭层圈闭共划分整合+断层、不整合+断层、整合+不整合型和整合+相变型4个亚类,并分别简称为CT型、UT型(英文“构造”一词为tectonics)、CU型和CFC型(英文“相变”为facies change)。

表1 圈闭类型划分方案简表

圈闭类型		封闭面性质			实例	
大类	亚类	顶封闭面	侧封闭面	底封闭面		
单封闭层圈闭	C型	整合	整合	/	披覆背斜、同生背斜、挤压背斜、内幕背斜等	
	U型	不整合	不整合	/	潜山、侵蚀残丘	
多封闭层圈闭	CT型	整合	断层	/	断层牵引构造、断层遮挡、断鼻	
	UT型	不整合	断层		断块潜山	
	CU型	CU <sub>1</sub> 型	整合	不整合	/	河道砂体、刺穿构造
		CU <sub>2</sub> 型	整合	不整合	不整合	超覆尖灭
	CFC型	整合	相变	整合	砂体上倾尖灭、透镜体等	

### 1.2 塔里木盆地圈闭类型划分

依据表1分类方案,将塔里木盆地主要圈闭类型划分如图1。

## 2 单封闭层圈闭及实例简析

单封闭层圈闭是指仅由于顶部封闭层就能封隔住油气的圈闭。其特点是顶部封闭层与侧部封闭层属同一岩层,亦即侧面封闭层是由顶封闭层所在的层位所限定,它们的形成时间通常晚于储集层,并整合或不整合于上凸储层褶皱或潜山之上。

### 2.1 C型圈闭

C型圈闭是最常见的单封闭层圈闭类型,广泛存在于塔里木盆地之中。其显著特点是具有整合型顶封闭层。一般说来,地层愈新,产生不整合的机会就愈少,所以组成此类圈闭的地层均较新,多为中生界。塔北和塔中地区众多的披覆构造即属典型的C型圈闭;此外,塔西南及北部拗陷带的挤压背斜构造以及沙雅西老地层中的内幕背斜也属此类。

#### 2.1.1 雅克拉构造J、K圈闭

雅克拉中生界披覆背斜的油气产层为白垩系和侏罗系,圈闭类型均为C型(图1-①、图2)。

侏罗系油气藏C型圈闭的储集层,位于侏罗系中部岩系。是一套河流相的砂砾岩、砂岩及粉砂岩,总厚约30m。侏罗系上部的泥质岩及煤系地层构成顶部封闭层,厚度也30m左右,单层厚可达5~6m,泥岩系数为75%~87.5%,显示出其较强的封闭油气能力。

白垩系C型圈闭油气藏的储油气岩系为下白垩统底部的大套厚层砂砾岩层,总厚50m左右,单层厚一般均可达10m以上,且厚度及岩性稳定,各井均可对比。

白垩系在雅克拉构造上总厚约400m,具明显的三分性。即底部和顶部各为数米厚的

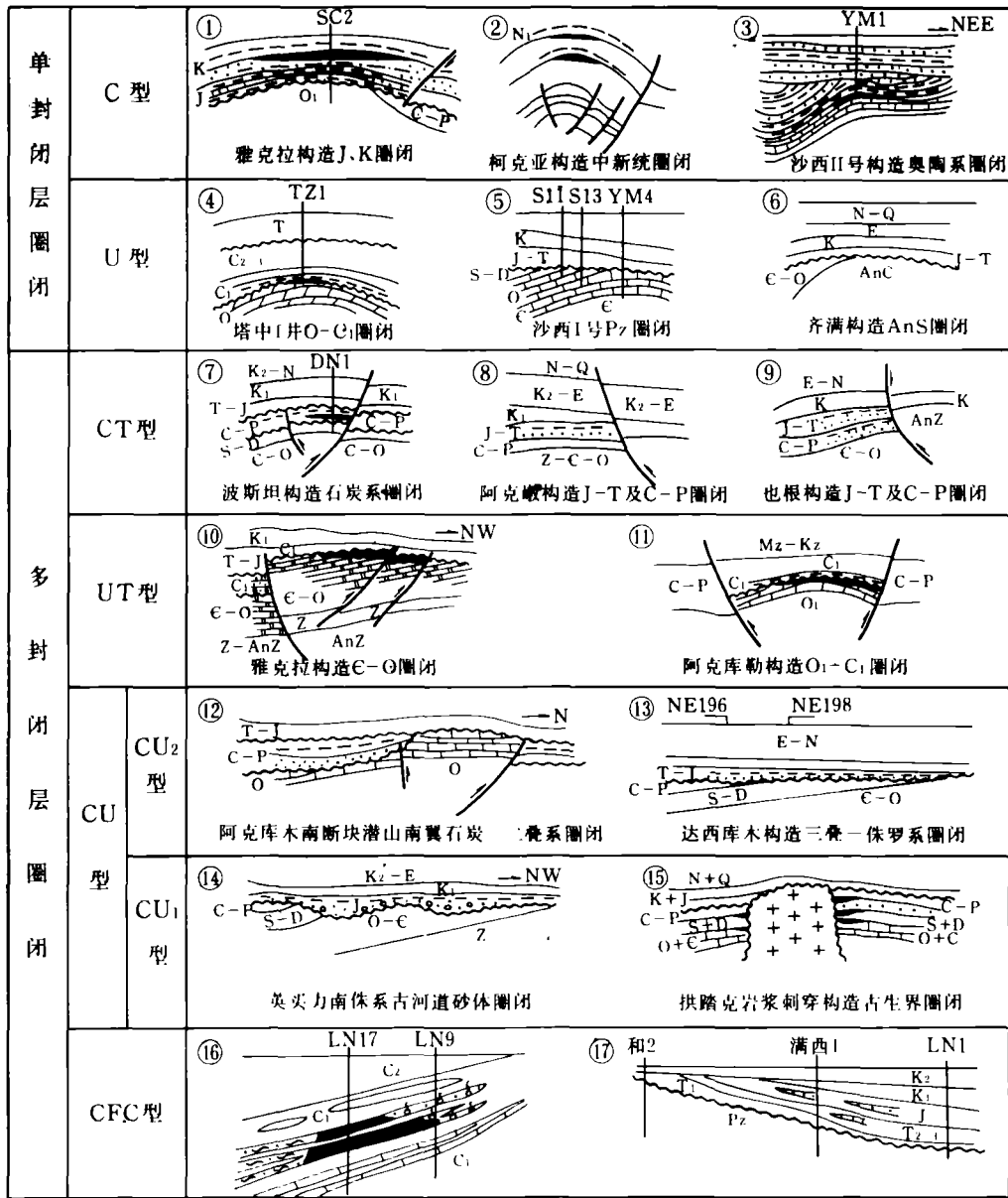


图1 塔里木盆地主要圈闭类型简图

砂、砾岩，中间为约300m的泥质岩层。该大套泥质岩构成白垩系C型圈闭良好的顶部封闭层。沙5、沙7、沙15等井在此C型圈闭中都获得工业油气流。

由上可见，雅克拉构造侏罗系和白垩系C型圈闭其储层和顶封闭层呈整合型，上下叠置并同时褶皱，属同一时代、同一个地层单元系统，且封闭层新于储集层，顶部和侧部封闭层

属同一岩层,不需底部封闭层。类似雅克拉中生界圈闭类型者在塔里木盆地约达 30 余个,阿克库木、阿克库勒、达里亚、轮台等构造的中新生界圈闭以及塔中地区的石炭—二叠系圈闭等皆属此类。

挤压背斜(包括内幕背斜)和披覆背斜成因不同,但封闭面性质相同,同属整合型圈闭。如依奇克里克、固满、柯克亚等背斜。沙西构造奥陶系内幕背斜等。

### 2.1.2 柯克亚构造 N<sub>1</sub> 圈闭

柯克亚构造的油产层为中新生西和甫组(图 1-②),自上而下有 7 个 C 型圈闭。每个圈闭均由下部的砂岩储集层和整合覆其上的泥质岩顶部封闭层组成。如西和甫组第四段(简称西四段)C 型圈闭油气藏,西四段中上部砂岩为储集岩,一般厚 25~47m,西四段顶部泥岩做顶和侧封闭层,厚度一般 18~35m。西五段、西七段及西八段油气藏也均如此。在西四、西五、西七、西八段等 C 型圈闭中获得工业或高产油气流。

### 2.1.3 沙西 I 号构造 O 圈闭

沙西 I 号构造英买 1 井于奥陶系内幕背斜中获工业油流(图 1-③)。其储油层和封闭层为同时上凸的中、上奥陶统灰岩,顶、侧封闭层为同一岩层并整合覆于储集层之上,也属 C 型圈闭,只不过做为封闭层的灰岩要比储集层灰岩致密和不渗透得多。

## 2.2 U 型圈闭

U 型圈闭和 C 型一样,广布于塔里木盆地中,由单一不整合面做封闭面的一类圈闭。“不整合面”的形成一般说来是构造运动的结果,而且有些不整合可能是几次构造运动的综合效应。所以,有不整合的存在就标志着封闭层和储集层之间有地质时间上的间隔。U 型圈闭的一个显著特征是储集岩和其上覆的封闭层形成时间不同,有的 U 型圈闭的储集层要比封闭层的时代早得多,塔里木盆地的 U 型封闭多属此类。

塔里木盆地常见的 U 型圈闭组合样式主要有两种。一种以下古生界潜山、残丘为储集体(有的包括泥盆系及前寒武系),不整合其上的中生界为封闭层,如达西库木、大涝坝、沙西 I 号、沙西 II 号、策大雅、轮台等构造。第二种以下古生界为储集层,上古生界不整合其上做封闭层,如塔中 1 号构造、塔中 4 号构造、艾协克构造中均存在这类圈闭。

沙西 I 构造古生界潜山由奥陶系碳酸盐岩和厚 500 余 m 的志留—泥盆系碎屑岩组成,并构成 U 型圈闭的储集岩层,不整合其上的下三叠统几乎均为泥岩,偶夹细碎屑岩,总厚 94m,成为良好的封闭层(图 3)。遗憾的是该圈闭未获油气流。

须补充一点,有人认为沙西 I 号构造已获良好的油气流,似乎有些矛盾。这就涉及到对“构造”和“圈闭”两个概念的理解问题。本文认为“构造”不等于“圈闭”,一个构造在纵向上可发育多个相同或不同类型的圈闭。沙西 I 号构造在英买 2 井已获良好的油气流,但该油气流

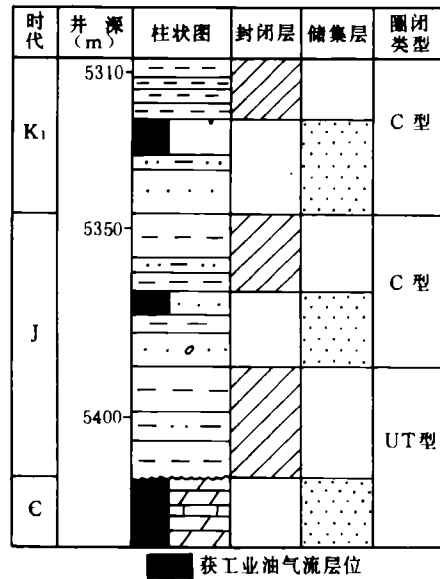


图 2 雅克拉构造(沙 7 井)圈闭类型图

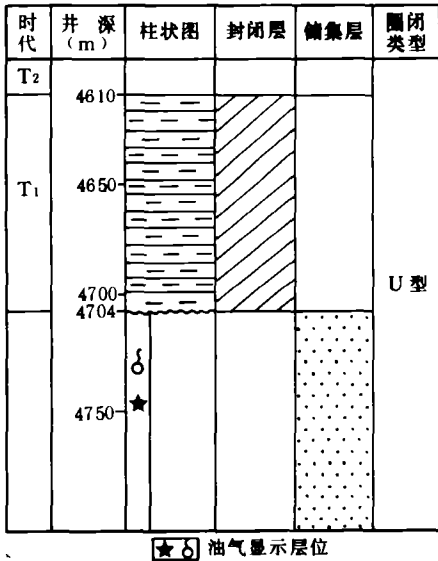


图 3 沙西 1 号构造沙 11 井圈闭类型图

是在构造的最下面一个圈闭——奥陶系内幕背斜 C 型圈闭中获得的, 而 U 型圈闭则位于其上面(图 4)。

塔中 1 井奥陶系潜山 U 型圈闭的储集岩为组成潜山的白云岩, 不整合其上的下石炭统底部大套泥岩做封闭层(图 5、图 1-④), 该套泥岩厚 100m, 对奥陶系油气起到了良好的封隔作用。该圈闭于 3573~3791m 深度获日产油 567m<sup>3</sup>、天然气 34×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。推测艾协克构造下古生界 U 型圈闭也极可能类似此种情况, 在艾协克构造上的轮南 15 井也于奥陶系中获工业油气流。

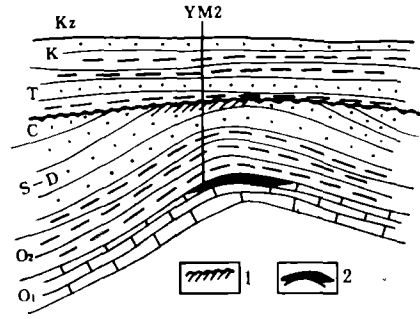


图 4 沙西 1 号构造古生界不同圈闭类型示意图

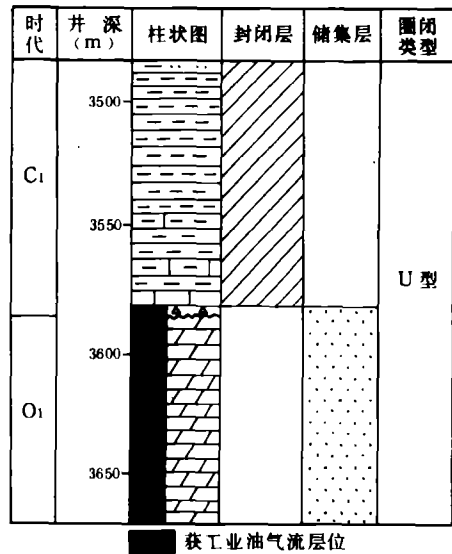


图 5 塔中 1 井古生界圈闭类型图

### 3 多封闭层圈闭及实例简析

多封闭层圈闭是指顶封闭层不足以封闭住储集体内的油气, 必须还要依赖于一个或多个侧面封闭层或底部封闭层才能使油气得以封闭在储集体中的一系列圈闭。包括 CT 型、UT 型、CU 型和 CFC 型 4 个亚类。

#### 3.1 CT 圈闭

CT 型圈闭是具有整合型顶封闭层并以断层面做侧封闭面的一种多封闭层圈闭。平常所说的断层牵引构造、断鼻构造和断层遮挡等均可能存在此类圈闭形式。由于此类圈闭的封闭机理与断层面关系密切, 并且只要断层所能断及的岩层均有被牵引而褶皱的可能, 因此同

一断层面在纵向上可充当多个CT型圈闭的侧部封闭面。波斯坦、阿克墩、轮台、恰奇力克等构造中均可能发现该类圈闭。因此,其在塔里木盆地中也是比较多见的一类圈闭。波斯坦构造东河1井获工业油气流,成为CT型圈闭封闭油气成功的一个具体实例。

波斯坦构造位于沙雅北东约40km处,是由于波斯坦断裂活动而形成的牵引背斜(图1-⑦),背斜幅度约50m。位于构造高点的东河1井于石炭系获日产轻质油400m<sup>3</sup>。油层厚度达101m,油柱高度等于背斜幅度的两倍,显而易见波斯坦断层面起着封堵油气的作用,其圈闭类型当属CT型。据东河2井资料(位于东河1井东约18km处),新生界之下为白垩系、侏罗系、石炭系、泥盆系和奥陶系(未穿),中生界和古生界均有构造显示。出油层为石炭系中下部东河砂岩层(有人将该套地层划归泥盆系)。石炭系总厚240m(5557~5797m井段),储层岩系厚达191m,上部49m的泥岩和灰岩构成顶部封闭层,波斯坦断层面构成侧面封闭面。类似石炭系CT型圈闭在该构造其它层位中(O、D、J-K)也可能存在,有待进一步工作。

### 3.2 UT型圈闭

前述及的U形圈闭主要指通常的“潜山圈闭”,UT型则主要指断块潜山圈闭。主要特征为具不整合型顶封闭层,侧面封闭则依赖断层面。最有名的雅克拉构造下古生界油气圈闭即为UT型(图1-⑩),阿克库勒、阿克库木、英西、阿克库木南等构造的古生界圈闭也应属此种类型。

雅克拉古生界断块潜山受南北两侧大型背冲断裂控制(轮台断裂和亚南断裂),其间又发育多条次级断裂。断块潜山由寒武—奥陶系和震旦系等组成,沙参2井和沙15井同在奥陶系中获高产油流,沙7井和沙4井在寒武—震旦系也获工业油气流。各井间距仅数公里,但油水界面不一,表明了断裂对油气的封闭性能。奥陶—震旦系储油岩均为白云岩,不整合其上的侏罗系下部泥岩为其顶部封闭层,沙7井这套泥岩厚约30m(图2);断裂而起侧面封闭作用,构成了一个完好的UT型圈闭。

阿克库勒构造(图1-⑪)上的沙14井、沙17井及沙18井均在奥陶系断块潜山中获工业油气流。该构造奥陶系圈闭幅度为75m,但沙14井解释油气柱高度可达140m,这表明构造南北两侧的断层对油气起了重要的侧向封闭作用,是UT型圈闭聚油成功的又一实例。该断块潜山南翼为阿克库勒逆断层,北翼为阿克库勒北逆断层(图6),此两断裂面连同其下盘岩层一起构成潜山碳酸盐岩储层的侧部封闭层,顶封闭层则为不整合于断块潜山之上的侏罗系泥质岩。

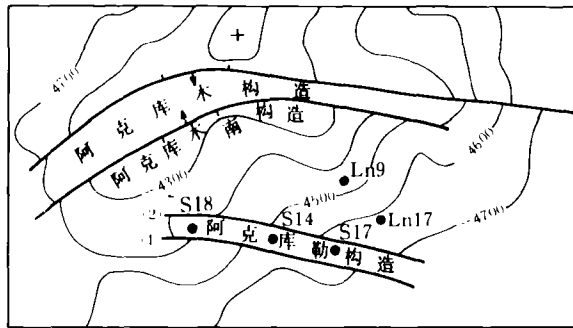


图6 阿克库勒地区奥陶系顶面构造图

①阿克库勒断层,②阿克库勒北断层

这种UT封闭型的下古生界断块潜山在塔里木盆地钻探成功率是较高的。与U型圈闭潜山相比,特别是以中新界为封闭层的U型圈闭见油率较低。同为中生界封闭下的潜山和断块潜山,其钻探成功率相差之大,这不得不承认是“T”这一封闭条件在起作用。

### 3.3 CU型圈闭

以整合面做顶部封闭面,不整合面为侧部封闭面(包括底部封闭面)的圈闭称CU型。此类圈闭样式在塔盆中也有分布,但发现的不甚多,平时所说地层超覆尖灭、古河道砂体、岩浆岩或膏、泥岩刺穿等构造均属此类。根据底部封闭层起作用与否,又可进一步分成 $CU_1$ 型和 $CU_2$ 型两个次亚类。

#### 3.3.1 $CU_1$ 型圈闭

$CU_1$ 型圈闭指的是底封闭层不起作用的CU型圈闭。

英买力南和雅克拉一带侏罗和三叠纪古河道砂体直接与古生界不整合接触(图1-⑩),不整合面旁侧的古生界构成河道砂岩储集体的侧部封闭层,整合覆于砂体之上的侏罗系顶部泥质岩做顶封闭层,它们共同组成 $CU_1$ 型圈闭。

拱踏克岩浆刺穿构造为 $CU_1$ 型圈闭的另一实例。岩浆上拱使之围岩也随之上隆,岩浆岩体与其刺穿的围岩地层均呈不整合接触(图1-⑪),在拱踏克岩体周围的寒武—奥陶系、志留—泥盆系、石炭—二叠系、三叠系等地层中都有可能形成以岩体为侧面封闭层的 $CU_1$ 型圈闭。

#### 3.3.2 $CU_2$ 型圈闭

$CU_2$ 型圈闭为顶封闭层、侧封闭层和底封闭层三者同时起作用的圈闭,只不过侧封闭层和底封闭层为同一岩性层。该类圈闭多形成于拗陷向隆起过渡的斜坡部位。如麦盖提斜坡、满北斜坡、塔中北斜坡、阿瓦提拗陷北斜坡等处。在背斜和潜山构造翼部也可发育,如阿克库木南构造的南翼石炭—二叠系中,达西库木构造翼部的侏罗—三叠系中(图1-⑬)。

阿克库木南构造(图1-⑫)位于塔北阿克库勒凸起的中部,奥陶系为断块潜山,顶部缺失石炭—二叠系,中生界直接不整合其上。但潜山两翼均存在石炭—二叠系,该套地层在构造南翼向潜山顶部呈逐层超覆状,直至尖灭。在潜山高点的轮南1井,缺失C—P,位于该井南约1km的轮南101井钻遇21m的石炭系。其实在整个阿克库勒凸起上,石炭系总的表现为自南而北、自东而西的超覆沉积,呈一个东部和南部厚、西部和北部薄的楔状体。该地区的石炭系大致可以三分:下部为钙质砂砾岩段(相当常说的“东河砂岩”),阿克库木南构造上缺失;中部为泥岩夹灰岩段(底为砂砾岩);上部为泥岩夹少量粉砂岩。阿克库木南构造石炭系 $CU_2$ 型圈闭的顶封闭层为上述泥岩夹灰岩段,侧部和底部封闭层是由石炭系逐层超覆形成的不整合面之下的奥陶系灰岩组成,储集体则是被顶、侧、底三个封闭层圈闭起来的石炭系中下部砂砾岩层。

### 3.4 CFC型圈闭

CFC型圈闭和 $CU_2$ 型圈闭有两点相同之处。一是均具整合型的顶封闭层;二是需顶、侧、底封闭层三者同时起作用才能封隔住油气。但CFC型亦具备自己鲜明的特性与 $CU_2$ 型相区分。(1)储集层沿上倾方向相变为不渗透岩层(即“干”条件)并构成侧面封闭层;(2)储集层与底封闭层为整合接触;(3)封闭层与储集层在沉积时间上相差无几,为同一地质时代的岩层。上倾尖灭砂体、砂岩透镜体等圈闭可属此类。塔里木盆地发现的此类圈闭油气藏尚不多,但轮南17井和轮南9井石炭系油气藏是CFC型圈闭储集油气成功的典型实例(图1-⑭)。

轮南17井和轮南9井位于阿克库木构造和阿克库勒构造的中间地带(图6),石炭系在

此表现为向南倾伏与渐次增厚,该两口井均在下石炭统相当于东河砂岩的层位获高产油气流。含油砂岩沿上倾方向相变成泥岩,沿砂岩倾向油气水分带明显。砂岩相变端为含气带,砂岩低位为含水带,气、水带间为油带。该油气层封闭严实,顶部为整合其上的石炭系泥岩和灰岩做顶封闭层,侧部为相变泥岩做侧封闭层,底部封闭层为整合于其下的石炭系灰岩和泥岩,是一个完好的 CFC 型圈闭。

## 4 几点认识

(1)不同的圈闭类型具有不同的封闭条件,封闭条件的优劣决定于封闭面的性质及与封闭面紧邻的封闭层的岩性,油气的泄露是由于封闭面上的某些弱点所引起。如单封闭层圈闭中的 U 型圈闭,不整合封闭面代表的间隔时间越长则对油气封闭越不利;多封闭层圈闭中的某些类型,其封闭面之间的相交线就有可能成为油气的泄露点。

(2)一般而言,单封闭层圈闭应该是最好的圈闭类型。因为其只需单一的顶封闭层,唯一的风险是上覆封闭面的完整性;而多封闭层圈闭则需要两个或多个独立的封闭层,因此就要承担着双倍或多倍的封闭层风险。

(3)同为单封闭层圈闭的 C 型和 U 型,则 C 型圈闭储集油气能力优于 U 型圈闭,原因在于两者封闭面的性质不同。C 型圈闭整合型的顶封闭层保证了储集体中的油气没有或少有泄露的时间和空间,即不存在泄露油气的弱点。而 U 型圈闭的不整合封闭面,表现出其存在一个沉积间断过程,因此就有可能给储层中油气的散失提供时间上的机会;此外,间断时间愈长,不整合面遭受风化淋滤愈甚,就会为油气散失提供通道上的方便。

(4)披覆背斜构造是 C 型圈闭中最好的聚油气圈闭。披覆背斜为沉积物的差异压实作用所形成,垂直方向为主应力方向,构造幅度不大,作用力相对较小,故背斜轴部产生张裂机会较少,有利于保持封闭层的完整性。而其它 C 型圈闭则多为水平挤压作用所形成,尤其褶皱轴部受力最强,产生张裂缝的可能最大,难以保持封闭层的完整性,给油气的散失开了通道。据不完全统计,塔北地区已发现披覆背斜约 30 个,已钻探 15 个,其中雅克拉、阿克库木、阿克库勒、达里亚、阿克库木南、轮台、艾协克、沙西等构造均在古生界潜山之上的披覆背斜 C 型圈闭中获高产或工业油气流,钻探成功率大于 50%。作者统计的塔里木盆地获高产或工业油气流的钻井约 55 口,其中披覆背斜构造出油井为 20 口,约占 40%。

(5)逆冲断层面在 UT 型和 CT 型多封闭层圈闭中起着重要的封闭面作用,这也是符合地质力学压性和压扭性结构面封闭油气的观点的。

从封闭机理讲,CT 型圈闭储聚油气能力应比 UT 型为好,因为其顶封闭层是整合的,东河 1 井获高产油气流揭示了寻找该类圈闭油气藏的序幕。

从勘探实践方面看,UT 型圈闭在盆地中勘探程度是高的,勘探成功率也高。目前已拥有雅克拉、阿克库勒、阿克库木、英西、轮台、阿克莫奇等构造上的奥陶系或前奥陶系 UT 型圈闭油气藏。此类圈闭在“U”和“T”两个封闭面中,“T”是关键的一个,这即是其比 U 型圈闭勘探成功率高的原因之一。

本文不少思路受益于杨克明副总工程师的启迪,顺致谢意。

(收稿日期:1994 年 6 月 27 日)



## 参 考 文 献

- 1 汤良杰等. 塔里木盆地东北部局部构造特征. 中国塔里木盆地北部油气地质研究(二), 武汉: 中国地质大学出版社, 1991
- 2 董秀芬等. 塔里木盆地两种重要的圈闭型式及其与喜山期油气关系. 海洋地质与第四纪地质, 1995, 15(1)

## DIVIDING THE TRAP TYPES OF TARIM BASIN ACCORDING TO CONFINING MECHANISM

Dong Xiufang     Wu Hong

(*Comprehensive Party of Petroleum Geology, MGMR*)

### Abstract

At present, the exposition of most articles on traps lays particular emphasis on the respect of forming mechanism. In this paper, the trap types of Tarim Basin are preliminary divided into two categories and six subcategories according to confining mechanism (i. e. the patterns to confine oil/gas). The two categories are monoconfining layer traps and multiconfining layer traps; and the six subcategories include conformable types (C-type), unconformable types (U-type), conformable + fault types (CT-type), unconformable + fault types (UT-type), conformable + unconformable types (CU-type) and conformable + facies change types (CFC-type). Generally speaking, the monoconfining layer traps between the two categories should be the most beneficial type to the storage and accumulation of oils and gases. Among the six subcategories, C-type traps have the best ability to storage and accumulate oils and gases.