

塔里木盆地北部三叠—侏罗纪物源区 板块构造背景与沉积盆地类型关系的研究

张希明 刘青芳 王贵全

(西北石油地质综合研究大队, 乌鲁木齐 830011)

作者通过对大量地表和钻井剖面砂岩薄片的系统观察研究,认为本区北部的库车拗陷属前陆盆地,南部的阿瓦提-满加尔拗陷为克拉通内拗陷盆地。在盆地类型分析的基础上,结合本区油气勘探的成果,对盆地油气藏分布模式和油气资源勘探远景进行了分析、预测。

关键词 塔里木盆地北部 碎屑组分 物源区类型 板块构造背景 沉积盆地

第一作者简介 张希明 男 37岁 工程师 石油地质

砂岩的研究在沉积学领域一直占有重要的位置。本世纪60年代板块构造理论的兴盛,为各地质学科注入了新的生机。在这一背景下,进入70年代,砂岩与板块构造的关系研究便应运而生。它将砂岩碎屑组分的物源意义与一定板块构造背景下的沉积盆地类型紧密地联系在一起,并将砂岩成因的大地构造属性分析拓展到全球构造相对应的更为广阔的应用领域。由于研究对象为宏观的大地构造分区及较大尺度的物源区。研究手段主要采用岩石薄片的微观鉴别和进行样品点的统计学基础上的模型分析。因此,有人将这种研究方法喻称为大地构造的“指纹”(和政军,1990)分析法。

自80年代中期以来,Dickinson、Crook、Valloni等人根据已知构造背景的现代和古代砂岩样品的统计分析,各自制定出了较为系统的碎屑组分-物源区-板块构造三位一体的分类方案。提出了专用于砂岩构造背景分析的“碎屑模型”和“颗粒指数”概念。目前,Dickinson(1983,1985)的碎屑模型和板块构造物源区的研究,已成为流行最广的方案。他的物源区类型划分考虑了不同板块构造基本单元的特点,3个一级物源区既是砂岩碎屑最常出现的场所,又与活动差异明显的各种板块构造沉积盆地相对应。7个次级物源区类型及其碎屑模型(Dickinson,1979)是基本物源区特征的具体表述,也是进行板块构造物源区判别的主要依据。

本区的沉积盆地的划分及板块构造背景的研究,前人曾做过大量工作(陈发景,张光亚,周棣康等),已有较多的成果及文献发表,本文从砂岩碎屑组分的研究角度,应用这种“指纹”分析法,探讨了三叠—侏罗纪板块构造背景及盆地类型。

1 研究范围及区域地质概况简述

塔里木盆地北部(下简称塔北)西起阿克苏,东至库尔勒,南到塔里木河,北至南天山脚下,面积约13万km²。

晚海西构造运动之后,本区进入了大型的陆湖盆沉积阶段。受此构造运动的影响,加里东晚期已具雏型的新和—轮台断隆进一步抬升,将本区分割成库车拗陷和阿满拗陷,形成两隆两拗的构造-沉积格局(图 1)。三叠—侏罗系即是在这种背景下成生、发育的一套陆相河流-三角洲-湖泊沉积。

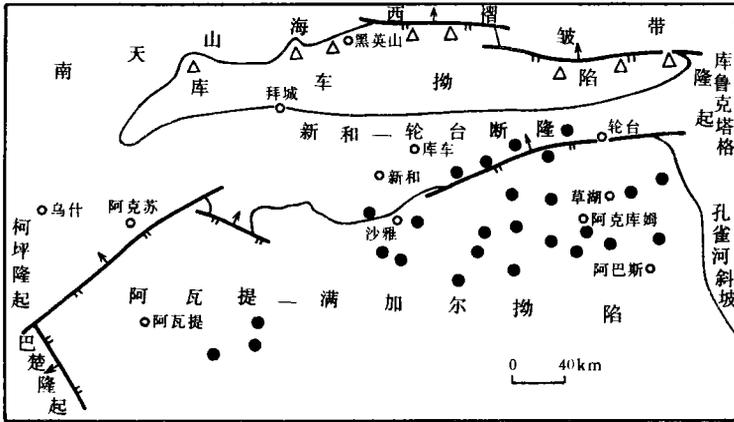


图 1 塔里木盆地北部地区三叠、侏罗纪构造略图

△ 代表地表剖面样品点; ● 代表钻井剖面样品点

目前,在该区已发现了多个油气田,部署完成了百余口钻井,积累了丰富的样品资料,为本文的研究奠定了良好的基础。

2 塔北地区三叠—侏罗系砂岩碎屑组分特征^①

砂岩的碎屑组分(矿物成分、种类、含量)的含义包含碎屑颗粒从母质岩脱离时的风化-剥蚀、搬运磨蚀(溶解)、联结物源区和盆地的分散路径特点、堆积方式和环境等综合成因因素。其组分的概念反映了这些综合作用的结果,突出了表生条件下碎屑的改造过程变产时区域构造控制的重要因素。

2.1 库车拗陷三叠—侏罗系砂岩碎屑组分特征

镜下观察研究表明^②,库车拗陷砂岩矿物成分主要以石英、岩屑为主,长石次之。剖面点样品自西向东石英含量降低,岩屑含量增加。平均石英含量 55%,岩屑 40%,长石 5%,属贫长石区。由矿物成分三角图判别,主要为岩屑砂岩,岩屑石英砂岩,次为岩屑长石砂岩,长石石英砂岩。

石英主要为多晶石英,约占石英颗粒的 45%~60%,主要分布在细—粗粒砂岩中。单晶石英少量。多晶石英分两类:粒数不等的多晶石英(一般晶粒大于 5)和燧石(微粒状石英组成)。

① 在镜下研究时,对参与计点的矿物进行了必要的成岩作用恢复。砂岩杂基及胶结物含量小于 20%,计点误差低于 5%

② 各类矿物的消光特征略,下同

岩屑主要为酸性喷出岩岩屑,变质岩岩屑(板岩岩屑,千枚岩岩屑),凝灰岩岩屑,云母。其中变质岩岩屑和云母(黑云母为主)占主要部分,泥质岩岩屑少见。

长石主要以斜长石为主。

2.2 阿瓦提-满加尔拗陷三叠-侏罗系砂岩碎屑组分

大量的钻井样品观察表明,其矿物成分主要为长石、岩屑、石英,其含量不均,三叠系较低,侏罗系较高。侏罗系中平均石英含量 60%,长石 25%,岩屑 15%,主要为长石石英砂岩,岩屑石英砂岩;三叠系平均石英含量 45%,长石 30%,岩屑 25%,主要为长石岩屑砂岩。岩屑长石砂岩,岩屑砂岩,仅见少量石英砂岩。

石英:主要为单晶石英,约占整个石英含量的 80%强,分布普遍。

长石:主要为正长石,微斜长石,次为条纹长石。少量斜长石。

岩屑:基本种类同库车拗陷,但泥岩岩屑、酸性喷出岩岩屑含量高,是主要类型。

3 塔北地区三叠-侏罗纪物源区类型及板块构造背景分析

在众多的物源区类型及碎屑模型的方案中,Dickinson(1979、1983)方案最具代表性和实用价值。本文以此方案和其在 1985 年提出的碎屑组分-物源区三角图解模型(Dickinson W R,1988)为主要依据进行分析。

图2、3是区内各剖面点千余个样品经统计做出的图解模型。由图2可知,库车拗陷砂岩

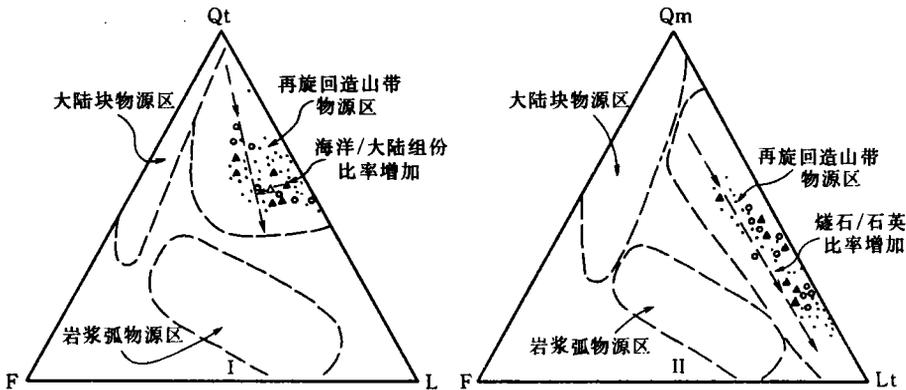


图2 库车拗陷三叠-侏罗系砂岩碎屑组分-物源区类型图解模型

(据 Dickinson,1985)

● 包孜东剖面; ○ 库车河、尤拉苏河剖面; △ 卡普沙良剖面

Qt: 总体石英(Qm+Qp); Qm: 单晶石英; Qp: 多晶石英

F: 长石; Lt: 多晶质岩屑(L+Qp); L: 不稳定岩屑(Lv+Ls); Lv: 火山岩岩屑

Ls: 沉积岩和变质岩岩屑(除燧石和硅化灰岩)

的物源区为“再旋回造山带物源区”,结合前述矿物成分特征及数量统计(统计表以略,下同),参考表 1,可知属其亚类“碰撞造山带物源区”。根据区域地质资料及图解结果,说明本区北缘的南天山褶皱带为“南天山碰撞造山带”。由图 3 可知,约 60%的样点位于“再旋回造山带物源区”,约 30%的样点位于“大陆块物源区”,约 10%的样点位于“岩浆弧物源区”。由

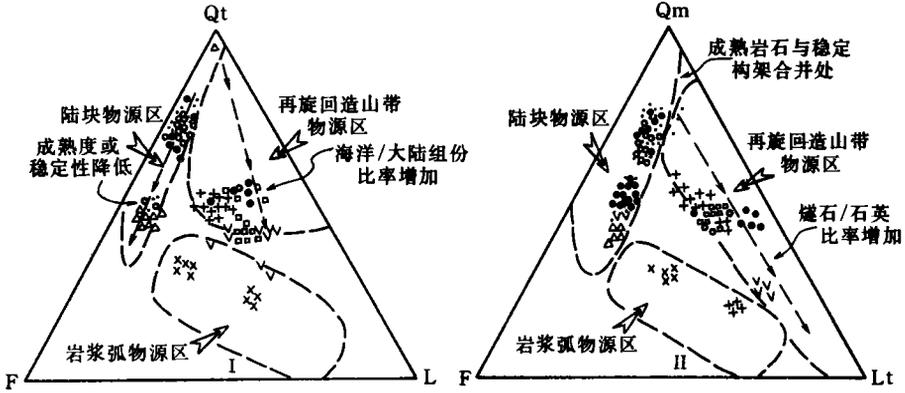


图 3 阿瓦提—满加尔拗陷三叠—侏罗系砂岩碎屑组分—物源区类型图解模型

● 沙 5 井、沙 11 井；○ 沙 9 井、沙 10 井；△ 沙 13 井；□ 沙 1 井；V 沙 9 井(三叠系样品)；+ 阿参 1 井；× 沙 14 井

表 1 Dickinson 碎屑模型参数表(1979)

物源区类型		样品数	岩套数	Qt	F	L	Qm	Lt
大陆块物源区	A. 克拉通内部	1136	11	94	5	1	89	5
	B. 隆升基底	266	8	50	44	6	44	12
岩浆弧物源区	C. 浅切割岛弧	181	8	6	28	66	5	67
	D. 深切割岛弧	1262	16	33	37	30	30	33
再旋回造山带物源区	E. 消减杂岩区	84	4	45	13	42	8	79
	F. 碰撞造山带	>120	9	71	12	17	63	25
	G. 前陆隆升区	>621	17	67	7	26	51	42

前述的分析方法可知，前两个物源区分属各亚类“碰撞造山带物源区”和“隆升基底物源区”。根据区域地质资料和图解结果，可确定本区西部的柯坪隆起(剥蚀区)，东部的库鲁克塔格隆起(剥蚀区)为“碰撞造山带物源区”，这一点与张恺(1989)等人的研究成果相近；新一轮台断隆为“隆升基底物源区”。东部的尉犁及西部的沙西地区的晚海西期侵入岩体则构成了岩浆弧物源区。

4 塔北地区三叠—侏罗纪沉积盆地类型

根据 Dickinson(1983)关于物源区与沉积盆地类型的划分方案(Dickinson W R, 1988)，结合本文上述物源区的类型分析及实际分布，可以确定本区库车拗陷三叠—侏罗纪为典型的前陆盆地；阿瓦提—满加尔拗陷为克拉通内拗陷盆地(图 4)，这一结果与陈发景等人(1995)的分析结果一致。

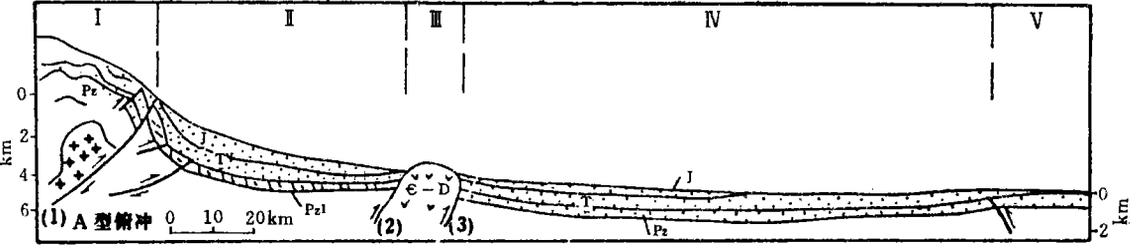


图4 塔里木盆地北部三叠—侏罗纪物源区板块构造背景与盆地类型示意图

I. 南天山碰撞造山带物源区; II. 库车前陆盆地; III. 新一轮台隆升基底物源区; IV. 阿瓦提-满加尔克拉通内拗陷盆地; V. 塔中隆升基底物源区

5 盆地油气资源勘探远景

沉积盆地的类型是板块构造运动-物源区类型-碎屑组分有机质演化、作用的结果,它包含了盆地的形成、充填和变形过程。1986年,Carmalt和St. John根据Bally-Snelson(1980)的盆地分类方案对大油气田的分布作了统计^①,其中前陆盆地(邻近A-俯冲带边缘)所含的大油气田数量最多(211个),其次是克拉通盆地(115个)。1994年,L. C. Price将含油气盆地归纳为9类(略),并分别统计了平均含油气年度,其中前陆盆地平均含油气年度为 $1332 \times 10^4 \text{t}/1000\text{km}^2$,克拉通盆地平均含油气丰度为 $426 \times 10^4 \text{t}/1000\text{km}^2$ 。由此可见这两类沉积盆地的油气勘探远景是广阔的,同时也说明不同成因类型的沉积盆地,对油气产生的影响是很大的。

塔北地区三叠—侏罗纪克拉通内拗陷盆地和前陆盆地近年来做为重要的油气勘探领域之一,一直倍受人们关注。截止目前为止,已在其内探获8个油气田(藏),但由于受勘探程度的限制,油气藏主要分布在克拉通内拗陷盆地(7个),均为中—小型油气田。从其形成条件、成藏特征来看,两个盆地差异较大,克拉通内拗陷盆地其以下伏非自生外供油气源为主的特点,油源岩以寒武—奥陶系为主,具多套储盖和成藏组合(大于4套),低幅度构造圈闭和地层圈闭发育,油气运移通道为断裂加下伏不整合面,并且由于断裂的长期活化作用使油气分散,致使所形成的构造圈闭油气藏(已探获的7个油气田均属此类)规模小,属较为典型的克拉通盆地油气地质特征。前陆盆地自身具备三叠—侏罗系湖相泥质油源岩及煤系地层油源岩,构造圈闭(面积大,幅度高)及地层圈闭发育,具发育良好的多套生储盖和成藏组合,多条大型的逆掩推覆断裂是油气运移的主要通道,所形成的油气藏以自生自储为特征(如依奇克里克油田),而且构造圈闭呈带状自北而南平行于造山带分布,为典型的前陆盆地油气特征。

5.1 油气藏分布模式及预测

油气藏的分布模式是盆地油气藏的成因联系及组合方式,受盆地成因类型控制,据其可以预测油气藏的类型和分布。塔北地区三叠—侏罗纪克拉通内拗陷盆地和前陆盆地的形成,

① 地质矿产部石油海洋局. 石油地质科技动态, 1995, 57

发展具有一定特殊性,如图4所示,两者共用一个新和一轮台隆升基底,因此在油气藏的分布、模式上两者之间有一定联系。综其特征,油气聚集成藏由如下3个带组合而成。

5.1.1 南天山山前逆掩推覆褶皱带油气分布模式

位于前陆盆地山前一侧。此处以上(侏罗系)下(三叠系)构造不符的逆掩褶皱组合为主,靠近三叠-侏罗纪湖盆边缘,粗碎屑沉积发育,油气藏以岩性构造油气藏为主(如依奇克里克油田)。

5.1.2 拗陷区油气分布模式

包括克拉通内拗陷盆地及前陆盆地的拗陷区。由于远离造山带,挤压应力减弱,地层形变微弱,难以形成比较完整的背斜构造;受盆地沉积-构造格局的控制,该区地层-岩性圈闭不甚发育,再加上断裂不发育,故难以形成油气藏。

5.1.3 隆起区及斜坡带油气藏分布模式

新和一轮台隆升基底的分隔形成了一南一北两个斜坡带。成对产生于平行隆起区的古生界、中生界逆(及正)断层形成的断裂带、断背斜、背斜、断块等圈闭发育,三叠-侏罗系均含油。构造圈闭由于张性断裂的改造,比较破碎,面积小、幅度低。在斜坡带三叠-侏罗系由南北两侧向隆起超覆,形成地层圈闭;隆起区仅侏罗系在部分地区赋存,形成了岩性构造圈闭。在克拉通盆地一侧的南斜坡带,发育分布广泛的三叠系辫状三角洲砂体,该砂体受古隆起区控制由北向南尖灭,形成岩性圈闭。因此,北带是形成多种类型油气藏组成的复合油气聚集带。每个断裂带都是一个油气富集带。目前该带探获的油气田(藏)主要为构造圈闭油气藏,具小型(或中型)、低幅、纵向上多层段含油的特征。

5.2 油气资源勘探远景

目前本区的三叠-侏罗系是主要的油气勘探目的层系。已探获的油气探明和控制储量占塔北地区总的油气地质储量的1/3以上。根据盆地类型及油气藏分布模式的分析,本区三叠-侏罗系的油气资源勘探应注重如下几点。(1)基底隆起区及斜坡带应注重中一小形构造圈闭油气田群的勘探,注重良好储层叠置连片及低、小构造群带状展布,纵向上油藏多层叠置的特征研究,总结成藏规律,可望进一步寻获复合叠加的中一大型油气田。该带难以形成单个整装的大型构造圈闭油气田。(2)位于克拉通盆地一侧的南斜坡带的为构造(岩性)圈闭油气藏的勘探前景广阔。该带广泛发育的辫状三角洲砂体(三叠系)厚度大,横向变化相对稳定,砂体储层物性数据统计表明为大容积、高渗透性储层,其储集空间类型为大原生孔隙为主的复合类型。其砂体纵向上与滨浅湖相泥岩交互,组成良好的(地区性)储盖组合,该套储盖组合在喜山早期之后由于地点的区域北倾(早期为南倾)而形成向南上超尖灭的岩性圈闭,这时捕集喜山晚期形成的油气资源十分有利,是发现大油气田的潜在有利地区。(3)本区前陆盆地山前逆掩推覆带是可望发现大型构造圈闭油气田的地区,本带油气富集条件良好,已落实的几个构造圈闭平均面积大于500km²,闭合幅度均在300m以上。油气资源勘探远景广阔。

6 结束语

砂岩碎屑组分的板块构造物源区研究在国外已广泛应用于沉积盆地、古构造、古地理及

沉积相等方面。它的研究范畴介于沉积学与板块构造学之间,属于与两者有关的边缘学科。应用该方法可获取其它方法所得不到的大量地质信息乃至一些新的认识。近年来,已有一些学者(陈发景,张光亚等,1993)在本区进行了这方面的研究,并以此作为盆地类型分析的重要依据。由于沉积盆地的类型是有限的,因而通过砂岩碎屑组分性质和碎屑模型的研究来反演不同时代的各种板块构造背景下的物源区或盆地类型,并进一步探讨其油气资源勘探远景,是切实可行的。

(收稿日期:1995年4月19日)

参 考 文 献

- 1 和政军. 砂岩碎屑组分与板块构造位置关系的研究现状. 地质科技情报, 1990, 19(4): 7~11
- 2 Dickinson W R et al. Provenance of North American Phanerozoic Sandstones in Relation to Tectonic Setting, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 1983, 94(2)
- 3 Dickinson W R. Plate Tectonics and Sandstones Composition. *Ame. Asso. Petro. Geol. Bull.*, 1979, 63: 2164~2183
- 4 张恺. 新疆三大盆地边缘古推覆体的形成演化与油气远景. 新疆石油地质, 1989, 10(1): 16~20

PLATE STRUCTURAL SETTING OF THE TRIASSIC-JURASSIC PROVENANCE AND ITS RELATIONSHIP WITH SEDIMENTARY BASIN TYPE IN THE NORTH OF THE TARIM BASIN

Zhang Ximing Liu Qingfang Wang Guiquan

(Comprehensive Research Party, Northwest Bureau of Petroleum Geology)

Abstract

In the light of systematic study of a large number of sandstone thin-sections from surface exposure and wells, the authors considered that the Kuqa depression in the north of the Tarim basin was a foreland basin, and the Awat-Manjiaer depression was an intra cratonic downwarped basin. On the basis of analysis of basinal types, combining the result of oil/gas exploration in the area, the distribution pattern of hydrocarbon accumulation and hydrocarbon exploration prospect were analysed and predicted.