

柴达木盆地北缘 油气成藏与勘探实践

◎汪立群 罗晓容 著

石油工业出版社

中国地质大学北京

油气成藏与勘探实践

王德林 王德林 王德林



石油工业出版社

柴达木盆地北缘 油气成藏与勘探实践

汪立群 罗晓容 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书在综合研究柴达木盆地北缘油气地质条件的基础上遵循含油气系统理论“从源到藏”的研究思路,以动态成藏要素研究为主线,采用盆地分析和数值模拟等方法,研究油气运移和聚集的过程,建立油气成藏模式,指出柴北缘油气勘探有利目标。

本书可供油气地质、勘探人员及相关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

柴达木盆地北缘油气成藏与勘探实践 / 汪立群, 罗晓容著.
北京: 石油工业出版社, 2012.7

ISBN 978-7-5021-9116-0

I. 柴…

II. ①汪…②罗…

III. ①柴达木盆地—油气藏形成—研究

②柴达木盆地—油气勘探—研究

IV. P618.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 130292 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: www.petropub.com.cn

编辑部: (010) 64523544 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京中石油彩色印刷有限责任公司

2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 15.75

字数: 403 千字

定价: 128.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

前 言

柴达木盆地是我国西部四大含油气盆地之一，也是我国石油工业“稳定东部，发展西部”战略的重点勘探地区 and 资源接替区。根据新一轮资源评价结果，柴达木盆地北缘（以下简称柴北缘）石油资源量为 $6.13 \times 10^8 \text{t}$ ，占全盆地石油资源量的 28.64%；天然气资源量为 $3700.1 \times 10^8 \text{m}^3$ ，占全盆地天然气资源量的 14.78%。截至 2011 年底，柴北缘共探明石油地质储量 $0.325 \times 10^8 \text{t}$ ，石油探明率仅为 5.3%；探明天然气地质储量 $153.9 \times 10^8 \text{m}^3$ ，天然气探明率为 4.15%，探明程度非常低。

自 1954 年以来，经过半个多世纪的勘探，柴北缘相继在冷湖—南八仙构造带、马海、马北、鱼卡地区找到了重要的油气储量，但同时又有众多规模较大的构造圈闭钻探相继失利，油气勘探工作几度陷入困境。20 世纪 90 年代中期，在南八仙油气田发现后，石油地质工作者相继对冷湖三号、冷湖四号、马海、南八仙等典型油气田的成藏条件和成藏规律进行了系统的分析，在柴北缘油气勘探和油气藏成藏理论认识等方面均取得了较大进展。但油气勘探中遇到的很多难题，至今仍未突破，究其原因主要是对该区油气成藏条件、成藏模式、成藏规律和成藏机理认识不清。

油气作为流体矿产，其形成、运移、聚集、成藏以及聚集成藏后的破坏和散失都是在充满流体介质的岩石空间（包括孔隙、裂隙、溶洞等）内进行的。油气的运移和聚集是发生在地质历史中的复杂的动态过程，其相对于地质历史而言往往非常短暂，在实际的勘探和研究中难以直接观察。油气在地层空间中时刻处于流动的趋势，其在地质历史中的状态、位置及其变化取决于在任一时刻作用于其上的力之间的平衡关系。地质条件的非均质性和各种构造活动又使油气运移和聚集的过程复杂化，如强烈褶皱作用和地层剥蚀，输导层和储层岩性、物性的空间变化，断裂的分隔和连通等。

近年来的研究表明，油气运移是在一个由生油层、储层、盖层、断层及不整合面所构成的复杂的立体运移通道系统中，沿某些优势运移路径发生位置变化的地质过程。优势运移路径的形成不仅取决于运移的动力学背景，还明显受控于通道环境，即地层的起伏特征、储层的非均质性、断裂或裂缝的发育和分布。对此复杂系统的研究，仅靠定性的分析远远不够，定量的盆地动力学研究已成为目前该领域研究的前沿。

近年来，国家“973 项目”研制了油气运聚动力学模型，在物理模拟实验的基础上设计数学模型方法，定量分析油气二次运移的机理和过程，模拟油气二次运移优势通道形成的过程，为估算油气在运移通道中的残余量和运移距离，指导勘探方向和确定有利靶区等提供了切实可行的方法。

本书在综合前人对柴达木北缘盆地演化和油气地质（系统）研究成果的基础上，选择典型区带，遵循含油气系统理论“从源到藏”的研究思路，以动态成藏要素研究为主线，采用盆地分析和数值模拟方法，恢复盆地演化过程，从动力学角度研究油气运移的动力学环境、运移通道的空间分布、运移方向等特征，研究在流体力学条件下，油气运移和聚集的过程，以建立油气成藏模式，寻找成藏规律，探讨成藏机理，为确定下一步油气勘探方向提供依据。

本书参考了柴达木盆地大量的科研成果，得到了青海油田公司勘探开发研究院和东方地球物理勘探公司研究院敦煌分院的大力协助。青海油田公司陈志勇、马达德、徐子远、马立协、陈琰等，东方地球物理勘探公司研究院敦煌分院巩庆林、陈元忠等，中国科学院兰州地质所张晓宝、王琪、妥进才、王兆明等，浙江大学肖成安等专家和学者为课题的研究及本书的编撰出版提供了很多帮助，在此一并表示感谢。

由于笔者水平和经验有限，书中难免存在谬误和不足，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 柴北缘构造及其演化	1
第一节 柴达木盆地构造背景.....	2
第二节 柴北缘构造演化特征.....	5
第三节 柴北缘变形特征.....	12
第二章 柴北缘地层及沉积相	23
第一节 地层特征.....	23
第二节 沉积相分析.....	25
第三节 沉积相的空间展布与演化.....	35
第三章 柴北缘烃源岩特征及生排烃演化	42
第一节 烃源岩基本特征.....	42
第二节 生烃演化史与排烃强度.....	47
第三节 有效烃源岩的排烃过程.....	56
第四节 流体势及运聚单元分析.....	70
第四章 柴北缘储层物性特征分析	74
第一节 成岩序列与成岩阶段划分.....	74
第二节 储层物性特征及影响因素.....	81
第五章 柴北缘封盖层综合评价	96
第一节 盖层分布特征.....	96
第二节 盖层封闭能力评价.....	98
第三节 盖层综合评价.....	108
第六章 柴北缘输导体系	113
第一节 断层输导体系.....	113
第二节 不整合输导体系.....	123
第三节 砂岩输导体系.....	131
第七章 柴北缘油气运聚及成藏	140
第一节 油气运移过程模拟.....	140
第二节 油气运聚地球化学特征.....	167
第八章 柴北缘含油气构造解剖	180
第一节 冷湖五号.....	180
第二节 冷湖七号.....	185
第三节 南八仙构造.....	190

第四节 马海构造·····	195
第九章 柴北缘油气成藏特征及勘探远景目标·····	209
第一节 油气成藏特征·····	209
第二节 勘探区带远景目标评价·····	211
结束语·····	238
参考文献·····	242

第一章 柴北缘构造及其演化

柴达木盆地位于青藏高原北部,四周被三大山脉所包围,其北东为祁连山脉,西北为阿尔金山脉,南边为昆仑山脉,大致呈一不规则菱形。盆地东西长 850km,南北宽 150 ~ 300km,面积约 $12.1 \times 10^4 \text{km}^2$,与塔里木、准噶尔盆地共同构成我国西北地区三大盆地。柴达木盆地是在前中生界地块基础上发育起来的一个中、新生代陆内沉积盆地,中、新生界沉积岩最大厚度达 17200m。

柴达木盆地地面地质调查工作始于 1954 年,截至 2008 年底,共发现和落实地面构造 140 个,构造总面积 26983.6km²,闭合面积 4808.7km²,其中,面积大于 1000km² 的构造有 5 个,介于 500 ~ 1000km² 的构造有 11 个,在 200 ~ 500km² 的构造有 28 个。这些构造在地面上呈北西—南东向成排成带分布。其中,柴北缘共有地面构造 68 个,截至 2005 年底,累计储备圈闭 31 个,层圈闭 75 个,圈闭面积 1584.7km²,I、II 类圈闭的资源量合计为 $16575.9 \times 10^4 \text{t}$ 。2001—2008 年共钻探圈闭 15 个,7 个获得工业油气流,圈闭钻探成功率 47%。

柴达木盆地的地震工作始于 1976 年,截至 2008 年底共完成二维地震 62292km (不包括三级品),三维地震 2754.6km²。累计发现已纳入储备圈闭的潜伏构造 92 个,层圈闭 223 个,层圈闭总面积 5665km²。盆地的地震勘探由于受到地形地貌等多种因素的影响,勘探程度极不均衡。

柴达木盆地于 1955 年开始钻探,截至 2008 年底共钻各类探井 1997 口,总进尺 $271 \times 10^4 \text{m}$;获工业油气流井 471 口,探井的平均井深为 1357m,最深的探井是旱 2 井,井深为 6018m。20 世纪 50—70 年代所钻的探井井深一般都小于 2000m,共有 1575 口,占探井总数的 81%,且这些探井大都集中钻探在 50—60 年代所发现的油气田上。盆地内井深大于 3000m 的探井有 213 口,在已知油气田上的就有 142 口,井深大于 4500m 的探井有 58 口,在油气以外进行区域勘探的井 73 口。由此看出,柴达木盆地钻井总数虽然很多,但实际钻探程度仍然很低,仅相当于 1324km² 一口探井。柴达木盆地北缘勘探面积 28510km²,截至 2008 年底已完成二维地震 18280km,每平方千米平均测线长度 0.64km;三维地震 766.8km²,每平方千米平均 0.03km²;预探井 618 口,平均 1 口/46.1km²,总进尺 $81.0 \times 10^4 \text{m}$,共有 146 口井获得工业油气流。

截至 2008 年底,柴达木盆地已探明油田 20 个(尕斯库勒、花土沟、狮子沟、尖顶山、油砂山、跃进二号、七个泉、红柳泉、游园沟、乌南、咸水泉、南翼山、油泉子、开特米里克、冷湖三、四、五号、鱼卡、马北、南八仙),气田 6 个(涩北一号、涩北二号、台南、马海、盐湖、驼峰山)。累计探明叠合含油面积 198.8km²,探明石油地质储量 $32795 \times 10^4 \text{t}$;累计控制叠合含油面积 82.3km²,控制石油地质储量 $5954.5 \times 10^4 \text{t}$;累计预测叠合含油面积 281.4km²,预测石油地质储量 $37654 \times 10^4 \text{t}$;潜在石油资源量 $83515.2 \times 10^4 \text{t}$ 。累计探明叠合含气面积 154.9km²,探明天然气地质储量 $3056 \times 10^8 \text{m}^3$ (溶解气 $156.1 \times 10^8 \text{m}^3$);累计控制叠合含气面积 94.6km²,控制天然气地质储量 $644.2 \times 10^8 \text{m}^3$ (溶解气 $8.3 \times 10^8 \text{m}^3$);累计预测叠合含气面积 201.6km²,预测天然气地质储量 $2345.6 \times 10^8 \text{m}^3$;

潜在天然气资源量 $5648 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

第一节 柴达木盆地构造背景

柴达木盆地被三个重要的构造带所围限，东北侧为祁连山构造带，西北侧为阿尔金构造带、南侧为东昆仑构造带（图 1-1）。

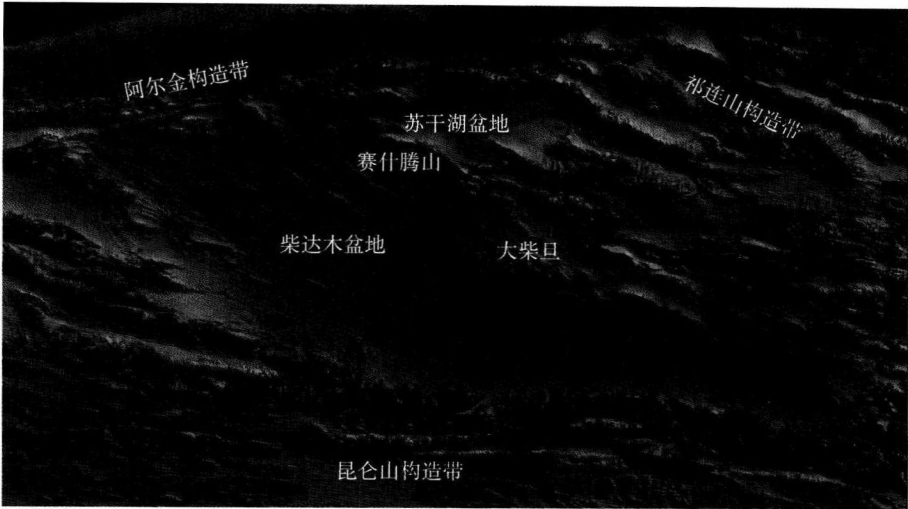


图 1-1 柴达木盆地的地貌特征和基本构造格架

一、柴达木盆地构造特征

柴达木盆地周缘的构造带经历了多期构造演化，但它们的构造形态主要形成于新生代（肖安成等，2005；Cowgill 等，2003）。在加里东构造期，华北地块与柴达木地体沿北祁连缝合带发生碰撞，造成祁连山构造带发生强烈的变形，并使其成为一个早古生代碰撞构造带。在海西—印支构造期，构造作用主要影响南祁连山地区，祁连山最主要的构造变形和隆起也发生在新生代。阿尔金左旋走滑构造也是从新生代开始活动，特别是渐新世发生的大规模左旋走滑，导致了柴达木盆地与塔里木盆地不断错开和分离。东昆仑构造带与塔里木盆地西南侧的西昆仑构造带在新生代以前可能是同一条构造带，随着阿尔金左旋走滑活动的不断进行，东、西昆仑断裂相互分离。

图 1-2 显示了柴达木盆地和周缘构造带的总体演化过程。研究认为，随着青藏高原向外扩张，昆仑构造带开始形成。昆仑山向北的逆冲推覆形成了构造负载，从而在其北侧形成挠曲沉降带。此时，柴达木盆地开始形成，西昆仑断层带于古近纪成为柴达木盆地南部的控盆断裂带。到新近纪，由于东昆仑发生左旋走滑，其向北逆冲构造作用明显减缩。与此同时，北侧祁连山构造带开始重新活动，表现为向北的逆冲推覆。因此，从宏观上看，柴达木盆地至少自古近纪就夹持在两个大型逆冲构造带之间。

柴达木盆地三面被造山带环绕，尤其是南北两侧的昆仑山和祁连山构造活动成为控制柴达木盆地形成与演化的主要控制因素。区域构造研究表明，在盆地南北两侧，地壳向北侧的祁连山和南侧的昆仑山深部产生双向的深层水平楔入，迫使造山带浅层形成一系列向盆地逆冲—推覆的断裂系统。它属于一种不对称的双向楔入，并且是以北端的主动楔入为

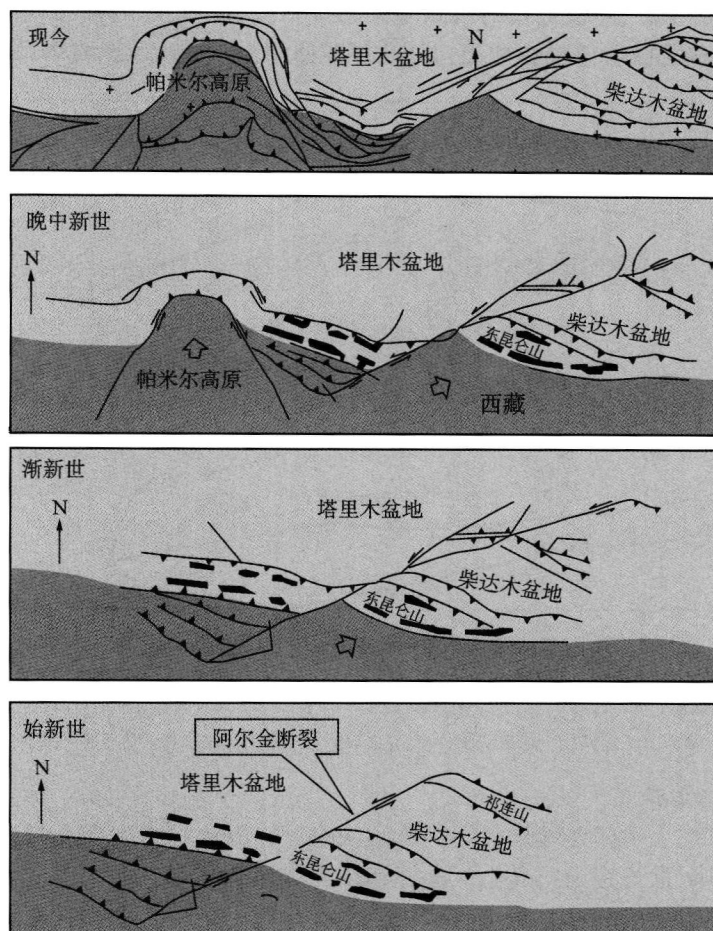


图 1-2 柴达木盆地新生代区域构造演化模型 (据 Cowgill 等, 2003)

主, 而南端只是被动楔入。这是因为这种深层拆离伸展楔入的动力来自印度板块向北强烈碰撞欧亚板块南缘所形成的一种巨大的推力。由于盆地向北主动、向南被动的不对称楔入, 造成柴达木盆地南、北两个地区有明显不同的盆地变形机制。盆地北部的祁连山构造带表现为由北向南的收缩冲断作用, 柴达木北缘冲断系从造山带向盆地逐渐变新, 在剖面上呈向下收敛的扇形, 且主干断裂往深部延伸。在新生代晚期, 盆地北缘在冲断推覆的同时, 出现右行走滑冲断作用, 新生代的岩相带逐渐向东迁移的现象, 反映出阿尔金左行走滑断裂和柴北缘右行走滑冲断作用对盆地的多重制约。盆地南缘主要表现为东昆仑构造带由南向北的收缩冲断作用, 整个构造变形向北逐渐变新, 如中昆仑断裂、阿尔喀冲断裂、祁漫塔格冲断裂以及柴中冲断裂等都是由造山带向盆地逐渐变新。这表明中地壳沿低速层以多期次、多层次的形式向造山带下部楔入。因此, 柴达木盆地的形成可能与沿壳内拆离层的深层水平拆离作用有关; 而其周边的东昆仑山、阿尔金山和南祁连山的形成则与深层物质向浅层逆冲扩展有关。

二、柴达木盆地构造单元划分

以北祁连造山带为界, 柴达木盆地及祁连地区总体位于华北板块和柴达木微板块之上。其西以阿尔金断裂带为界与塔里木板块接壤, 南与华北板块巴颜喀拉地块相邻 (图 1-3)。

柴达木盆地构造演化与上述板块或地块间复杂的拉张裂解、俯冲消减和碰撞闭合作用密切相关。柴达木盆地的邻接大地构造单元包括北祁连造山带、柴达木微板块和巴颜喀拉地块。

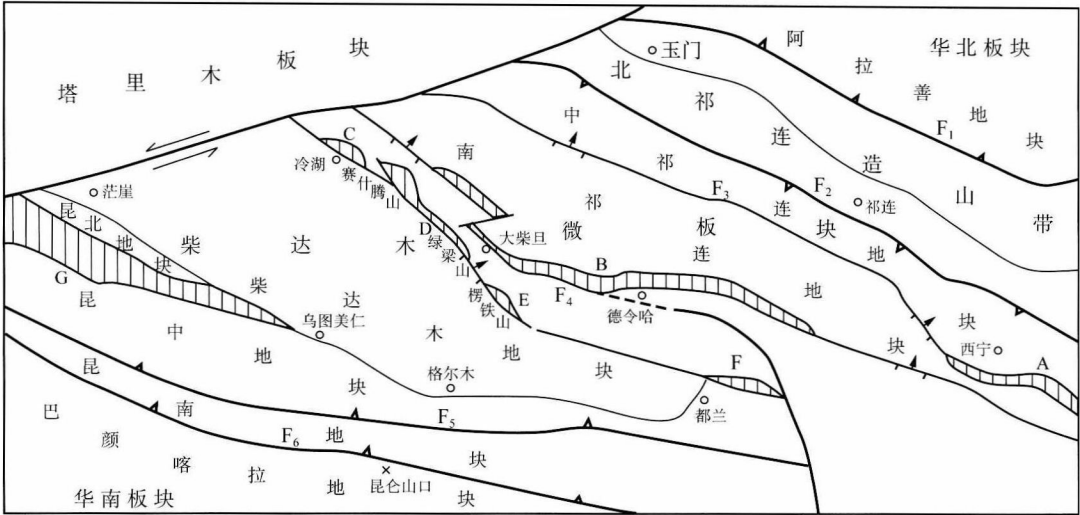


图 1-3 柴达木盆地及邻区构造单元分区 (据肖安成等, 2005)

F₁—龙首山断裂; F₂—北祁连断裂; F₃—中祁连南断裂; F₄—宗务隆山—青海湖断裂; F₅—昆中断裂; F₆—昆南断裂; A—拉脊山早古生代裂陷槽; B—宗务隆晚古生代裂陷槽; C、D、E、F—赛什腾—绿梁山—锡铁山—阿尔茨托早古生代裂陷槽; G—祁漫塔格早古生代裂陷槽

(一) 北祁连造山带

北祁连造山带位于中祁连地块与阿拉善地块之间, 是由早古生代北祁连洋闭合而形成的。由北祁连中奥陶世—志留纪岛弧、北祁连俯冲增生杂岩带、北祁连北缘中—晚奥陶世弧后盆地+志留纪弧后前陆盆地组成。其中, 走廊地区为中—晚奥陶世弧后盆地+志留纪弧后前陆盆地。

(二) 柴达木微板块

柴达木微板块自北而南包括中祁连地块、南祁连地块、柴达木地块和昆北地块、昆中地块、昆南地块。

1. 中祁连地块

中祁连地块北缘以北祁连断裂与北祁连造山带分界。地块上最老岩层出露于东段马衔山地区, 由太古宇岩套及其上的岩石组成。古元古界有较广泛分布, 主要为混合花岗岩、糜棱花岗岩、石榴石英片岩、大理岩、角闪片岩、二云石英片岩。中元古界为石英岩、千枚岩、板岩。

2. 南祁连地块

南祁连地块、中祁连地块以中祁连南断裂为界。南祁连没有元古宇出露, 主要发育奥陶系和下志留统。超基性、基性岩分布较少, 但中—酸性侵入岩却很发育, 岩体规模也很大。

3. 柴达木地块

柴达木地块的范围基本上和现今柴达木盆地的范围相当。其主体为中—新生界所覆盖, 基底性质一直存在较大争议。近年来, 随着勘探的深入, 根据露头、钻井及区域重磁电资料结合盆地非地震勘探的新成果认为, 柴达木盆地的基底具有古生界褶皱基底和元古宇结

晶基底的双重基底结构，基底顶面分布有古生代中浅变质岩、古生界变质岩、元古宇深变质岩和火成岩体。

4. 昆北、昆中、昆南地块

这三个地块组成了昆仑山的主体。昆中地块和昆南地块以昆中断裂为界，昆南地块的南界是昆南断裂。三个地块都有元古宇出露，火山岩较为发育。

(三) 巴颜喀拉地块（华南板块）

巴颜喀拉地块是华南板块西段的一部分，与柴达木微板块以昆南断裂为界，其南与羌塘地块相邻，它是在三叠纪随着古特提斯洋的闭合发育起来的。其主要以三叠纪复理石沉积建造为主，二叠纪火山岩—沉积岩零星出露。

第二节 柴北缘构造演化特征

一、柴北缘构造单元的划分

柴达木盆地北缘位于都兰以西和赛什腾山—宗务隆山以南，主要包括赛什腾凹陷和冷湖构造带。赛什腾山实际上是一个向南逆冲的构造带，将北侧的苏干湖盆地与柴达木盆地分割开（图 1-1）。冷湖构造带总体表现为一个北西—南东向延伸的背斜构造带，内部由多个独立的背斜构造组成。冷湖构造带的南侧为鄂博梁构造带，它也是由多个背斜构造组成，并呈北西—南东向延伸。在赛什腾、冷湖和鄂博梁构造带之间分别为赛什腾凹陷和昆特依凹陷。

从构造地质学的角度看，柴达木盆地南北两侧均有着各自独立的动力系统和断裂系统，它们分别将应力由盆地边缘向盆地内部传递。

根据前人（肖安成等，2005，2006；尹安等，2006）的工作，柴北缘逆冲带构造体系的南缘边界位于鄂博梁一、三号的南缘——鸭湖，然后转到涩北—盐湖构造带的南侧，最后归并于埃姆尼克山。剖面上反映出该线以北是南祁连造山带的构造体系，所以，褶皱和断裂除了有走滑特征以外，还明显受到来自北部的冲断作用，一些大型的构造带，如冷湖—南八仙、鄂博梁和马海等表现为强烈的由北向南的深部冲断作用。图 1-4 给出了不同区域的影响范围，与前人的认识不同的是，该范围的划分不再以某一条断层为界线，而是以构造体系的影响为界线。如对于鄂博梁构造带来说，控制鄂博梁构造形成的主断裂不能作为平面上的界线投影点，而应该将该界线放在鄂博梁背斜南缘与一里坪凹陷的拐点处，这类似于研究冲断带时将冲断应变的最前锋作为冲断带的界线。

在各单元划分中，笔者基本沿用肖安成等（2005）对于柴北缘逆冲带构造单元划分的方案（图 1-5）。另外，在单元划分中考虑了两个方面的实际观察认识，并作了部分修改。一是苏干湖地区在中生代以来与赛什腾山以及传统上的柴北缘属于相同的构造体系，只是到了新生代中晚期由于赛什腾山的崛起才造成了苏干湖与其他的柴北缘构造单元分离，而这种分离完全是属于同一个大的构造单元内部的构造界线变化，因此，将苏干湖纳入到广义的柴北缘的范畴，位于苏干湖南缘的赛什腾山—埃姆尼克山自然也就归入到了整个北缘构造体系之中；另外，更多地考虑到柴北缘的变形时间和变形的运动学特征，这样，本书从运动学的角度强调了中、新生代的变形对于盆地的改造。

需要说明的是，本书将一里坪凹陷的范围确定为鄂博梁构造带的南缘，一里坪凹陷的深凹陷部位是东昆仑和南祁连构造的中和部位；另外，鸭湖和涩北等构造实际上是受南祁

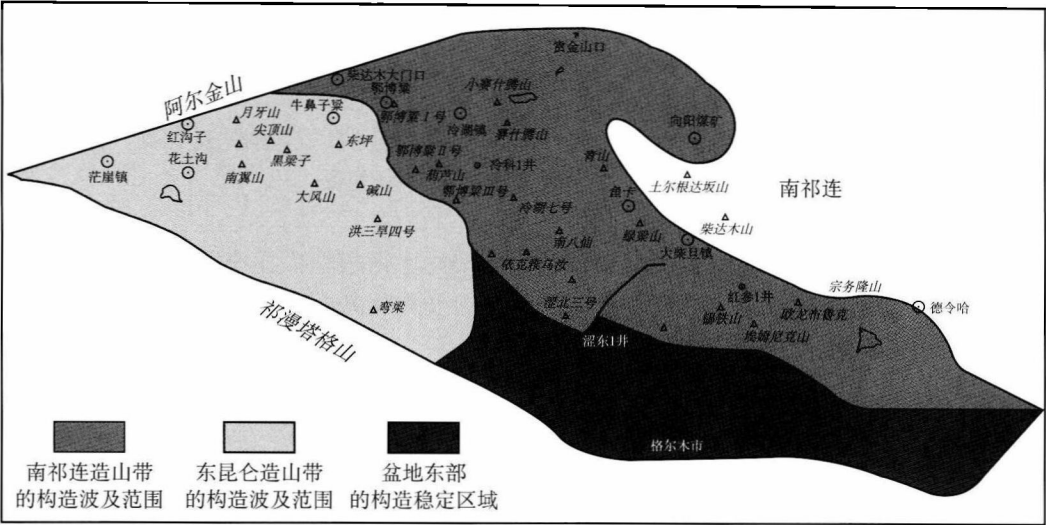


图 1-4 柴达木盆地南祁连和东昆仑造山带的构造影响范围 (据肖安成等, 2004)

连的构造作用控制的, 应该归入到柴北缘的范围; 再者, 从油气运聚成藏系统的角度看, 这样的分区方案才能完整地包括柴北缘全部可能的供源区。

表 1-1 是关于柴北缘逆冲带构造单元的划分方案。该方案总体由五个一级构造单元组成, 它们是苏干湖坳陷、赛什腾—埃姆尼克隆起、德令哈坳陷、赛昆坳陷和马海隆起, 在此基础上进一步划分出次级构造单元 14 个 (图 1-5)。

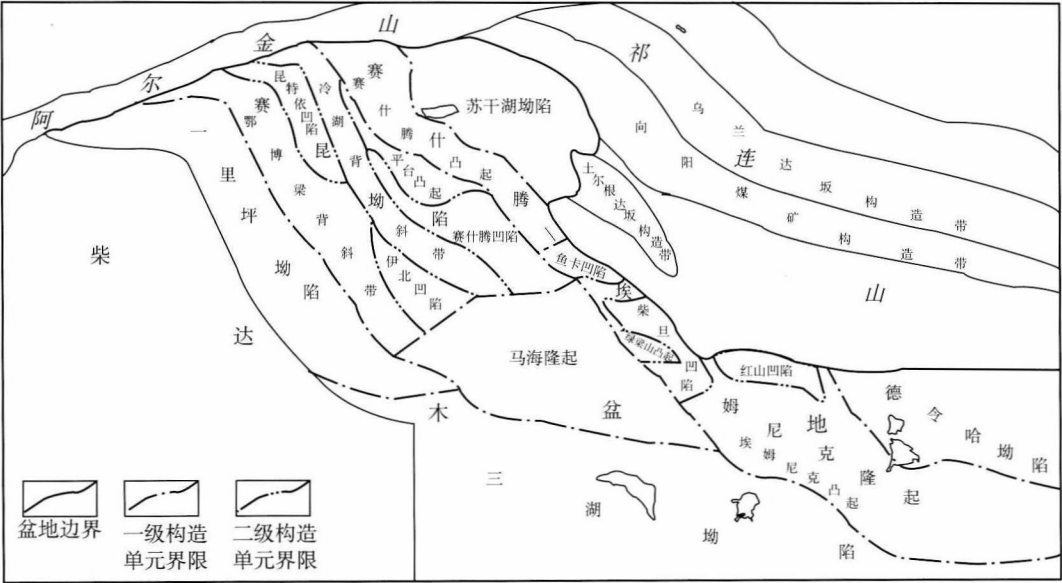


图 1-5 柴北缘逆冲带构造单元划分图 (据肖安成等, 2005, 修改)

柴北缘逆冲带构造单元的划分是对该区构造和断裂系统综合研究的基础上确定的, 现今所确定的次级构造单元周缘均被断裂系统或者是褶皱构造所控制 (表 1-1, 图 1-5), 这些断裂系统可能是一条主断裂, 也可能是一组断裂系, 褶皱构造可能为一个大型褶皱构造的一翼, 也可能是一组褶皱的包络线。

表 1-1 柴北缘逆冲带构造单元及其边界条件 (据肖安成等, 2005)

一级构造单元	二级构造单元	面积 (km ²)	边界条件
苏干湖坳陷		6280	西北: 阿尔金主峰南侧断裂 西南: 赛北断裂 东南: 土尔根达坂山 东北: 向阳煤矿南断裂
赛什腾—埃姆尼克隆起	赛什腾凸起	5510	南界: 赛南断裂 北界: 赛北断裂 西界: 阿尔金主峰南侧断裂
	鱼卡凹陷	807	北界: 赛南—噶崂山断裂 南界: 马仙—绿梁山北侧断裂
	绿梁山凸起	1650	北界: 马仙—绿梁山北侧断裂 南界: 绿南断裂 东界: 绿北断裂—大柴旦断裂
	柴旦凹陷	1422	北界: 大柴旦断裂 南界: 绿北断裂
	埃姆尼克凸起	9800	北界: 埃北断裂 南界: 埃南断裂
	红山凹陷	575	北界: 大柴旦断裂 南界: 欧北断裂西段
德令哈坳陷		3687	北界: 宗务隆山断裂 南界: 欧北断裂
赛昆坳陷	平台凸起	1800	北界: 赛南断裂 南界: 鹞南断裂
	冷湖背斜带	3578	沿北 1 断裂和冷七断裂所引起的地表背斜展布
	赛什腾凹陷	2360	东北: 赛南断裂 东南: 马仙断裂 西南: 冷七断裂
赛昆坳陷	昆特依凹陷	1800	北与冷湖构造带相接 南界: 鄂东断裂和葫南断裂稍偏北
	伊北凹陷	1000	北界: 北 1 断裂 南界: 鄂博梁三号构造、鸭湖构造及伊克雅乌汝构造
	鄂博梁背斜带	6186	北界: 北 1 断裂、葫南断裂 南界: 鄂博梁背斜的南翼 东界: 鸭湖构造及伊克雅乌汝构造的南翼
马海隆起		13700	北西界: 马仙断裂、鸭湖构造及伊克雅乌汝构造 北东界: 绿南断裂 南界: 涩北二号构造、盐湖构造

二、柴北缘新生代盆地的性质

在柴北缘地区, 中生代和新生代沉积地层广泛发育, 中生界主要发育侏罗系和白垩系。

中、下侏罗统以发育河流和沼泽相为特征，并且普遍认为其是柴北缘地区主要烃源岩。对柴北缘冷湖构造带的地震剖面解释结果显示，中一下侏罗统发育在断陷盆地之中，指示当时为伸展构造环境。上侏罗统红水沟组为红层，形成于干旱气候条件下的河流沉积。上侏罗统在许多地区缺失，但仍在一些地区（如红山地区）发育较好，与上覆白垩系犬牙沟组呈平行不整合关系。下白垩统主要为一套砾岩，反映冲积扇和辫状河沉积。砾石成分多为碳酸盐岩，磨圆度好，基质支撑或颗粒支撑。在颗粒支撑的砾岩层中，扁平砾石的叠瓦状构造发育。古流向恢复结果指示，当时物源区应位于北侧，砾石很可能来源于石炭系碳酸盐岩。上白垩统为曲流河沉积，其中泛滥平原沉积为其主要特征。

新生界在柴北缘地区极为发育，以河流和冲积扇沉积为主，与柴西地区同期沉积物相比，其颗粒较粗，但下油砂山组却以暗色湖泊细粒沉积为特征。赛什腾山内部新生代沉积地层剖面的岩相分析结果显示，始新统路乐河组的底部为冲积扇砾岩沉积，中上部为河流沉积。通过对路乐河组叠瓦状排列的扁平砾石的测量而恢复的古流向结果显示，当时的沉积物主要来自于北部祁连山构造带（图 1-6）。下干柴沟组主要由河流沉积物组成，夹少量冲积扇沉积组合。上干柴沟组由河流三角洲沉积组合构成。下油砂山组为湖相沉积，上油砂山组以及狮子沟组构成向上变粗的层序，由湖泊三角洲沉积逐渐演变为辫状河沉积和冲积扇沉积。

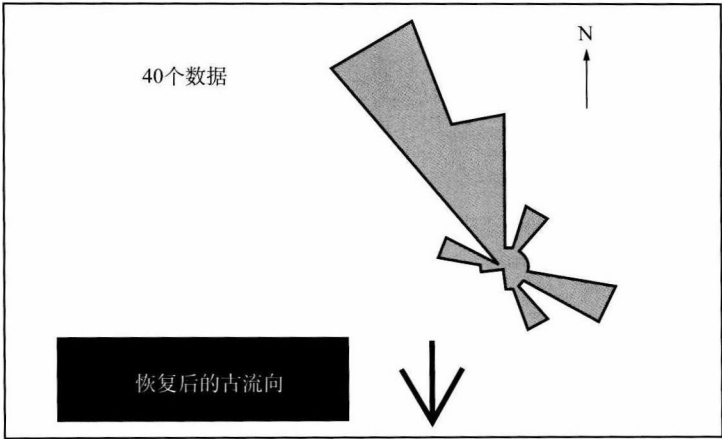


图 1-6 赛什腾山噶喇河路乐河组砾岩古流向恢复

根据前人研究（包建平等，2005，2006），该区侏罗系烃源岩在新生代盆地形成之前未进入成熟门限，而且在晚侏罗世和晚白垩世经历了较强烈的抬升剥蚀，造成中生界在该区不同程度的缺失。从油气系统角度讲，饱含未成熟的烃源岩的中生界完全可以视为新生代盆地的一个组成部分，在盆地形成初期存在，并随着新生代盆地的形成而演化。

三、柴北缘的盆地构造演化

柴达木中生代盆地在三叠纪以后进入陆内盆地发育阶段（青海省地质矿产局，1991）。三叠纪及其以前，柴达木地块主体呈现稳定的隆升状态，仅其南、北缘发育的裂谷带时张时合，沉积了一套海相裂谷型建造。三叠纪末的印支运动结束了柴达木地块及其周缘地区的海相沉积史，使柴达木地区进入陆内盆地发育时期。柴达木盆地北缘中、新生代以来的盆地性质复杂，演化阶段繁多。不同阶段的盆地填充有较大的差异。

(一) 早侏罗世—中侏罗世早期的伸展断陷

早侏罗世—中侏罗世早期,柴北缘逆冲带的断陷盆地特征在盆地构造形态和盆地填充特征上均有着较为明显的表现。从盆地构造形态方面分析,早侏罗世—中侏罗世早期盆地具有在南西方向断陷,向北东方向超覆的盆地格局。盆地几何形态表现为明显的断陷型,不具备典型前陆特征。小型断陷盆地主要表现在对于小煤沟组沉积的控制上,这种断陷展布最为明显的地区位于小柴旦及其以东的柴达木盆地东北缘。目前所能够识别出的有大柴旦、红山和白兔滩等断陷。众多的小型断陷盆地具有各自独立的水流体系,断陷盆地之间的分水岭是早期的隆起带。这些断陷之间的隆起早期为其填充提供物源。到新生代晚期,由于受到南祁连山的构造活动影响成为柴达木北缘隆起带的一部分。这些断陷最大的特点为箕状断陷结构。以红山断陷为例,该断陷大致分布于西至大煤沟煤矿,东至绿草山煤矿,东西长度为80~100km,断陷向东扩展到库尔雷克山,向西从小柴旦进入到大红沟构造带,构成了目前锡铁山和绿梁山之间的中生代凹陷。

(二) 中—晚侏罗世的拗陷盆地

中侏罗世,盆地地形高差降低,盆地范围相对扩大,在盆地内形成了大套的河流相沉积。到大煤沟组五段沉积时,更形成了柴北缘普遍可采的厚煤层,反映全盆地的地形差异已经很小。在断陷盆地内不同地区,大煤沟组发育厚度不同,同时,与下伏层位的关系也不尽相同。主要为大煤沟组四段超覆于元古宇或者是古生界之上。

中侏罗世以后,盆地的范围逐步扩展,因此,中—晚侏罗世的沉积范围变大,沉积物粒度变细,盆地由冲积扇沉积体系逐步向曲流河及大型湖泊发展,开始出现三角洲和滨湖—沼泽相含煤层序以及深湖相的泥岩沉积,反映了一个大而深的湖相沉积盆地。

另外,从地球物理资料上可以清楚地发现,早侏罗世的局部断陷一直到中侏罗世以后的大范围超覆的盆地结构,中、晚侏罗世的盆地已经变成一个统一湖盆,湖水深度逐步由深变浅。

大量的野外地质调查证实,从早侏罗世到早白垩世该区是连续沉积的,在这一过程中,阿尔金、冷湖和红山是早侏罗世断陷盆地的三个沉降带,在每个沉降带之中,均发育一组或者一系列的小型箕状断陷盆地。在后期改造程度不深的地区,至今仍然可以看到早侏罗世的断陷盆地群结构,如红山地区的白兔滩、红山、绿草山和柴旦等断陷盆地。当时,每一个断陷之间的地带(如绿梁山和欧龙布鲁克地区)处于无沉积或者剥蚀状态,并为断陷盆地提供了物源。

新生代柴北缘走滑冲断作用是造成侏罗系层序形成“透镜体”构造的主要原因,导致从小赛什腾山到赛什腾山、绿梁山和埃姆尼克山侏罗系的残余呈断块状发育。赛什腾山的隆起改造了原始侏罗系的分布,现今的南北两个残余带就是在该阶段形成的。

(三) 古近纪的弱伸展沉降盆地

对于本区古近纪盆地的性质一直是有争议的,由于柴达木盆地所特有的构造变形特点,一些研究者认为,从古近纪开始盆地就处于收缩变形的汇聚状态。

笔者认为,柴达木盆地从古近纪开始一直到中新世(上干柴沟组沉积以前,地震标定为 T_3)的盆地原型为伸展的大规模拗陷,此时,盆地边缘可能有地层减薄、岩相和粒度的变化以及沉积和沉降中心的迁移,但是,盆地的整体格局比较单一。这一阶段盆地内部的褶皱和断裂带均没有开始活动。同期厚度图上可以清楚地反映出这种拗陷型盆地的特点(图1-7)。