

*Tianshan Nanbei Qianlu Pendi Yanhua
Ji Zhezhou-Chongduandai Gouzao Yangshi*



天山南北前陆盆地演化 及褶皱-冲断带构造样式

郑和荣 / 蔡立国 / 李铁军 著

地质出版社

天山南北前陆盆地演化及 褶皱-冲断带构造样式

郑和荣 蔡立国 李铁军 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书通过沉积、构造分析及地震反射剖面的解释,结合平衡剖面恢复及沉降史分析,对天山造山带及其两侧前陆盆地的形成、演化和叠加的运动学、动力学特点进行综合研究,对两侧前陆褶皱-冲断带的构造特征进行了分析。具体内容有:①天山造山带呈“W”形结构,中、新生代则表现为陆内造山作用;②天山南北两侧为不同性质前陆盆地叠加复合而成的复合型前陆盆地;③天山南、北中新世代前陆盆地的沉积相带及沉积物充填,盆地构造沉降在剖面上表现为三段式;④天山南、北前陆褶皱-冲断带与博格达山前陆褶皱-冲断带在平面上具有明显的分带性;⑤前陆褶皱-冲断带主要发育的构造样式,在不同层次和不同构造带上,这些构造样式呈有序的变化;⑥根据天山南北前陆盆地油气产出和构造带变形特点,指出前缘带及三角构造带具有较好的保存条件,应是油气勘探的主要区带;前陆盆地稳定斜坡上存在着多层次的岩性尖灭及地层超覆带,有利于大型非构造圈闭油气藏的形成,值得进一步加强研究。

本书可供构造地质、油气地质工作者和有关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

天山南北前陆盆地演化及褶皱-冲断带构造样式/
郑和荣,蔡立国,李铁军著. —北京:地质出版社,
2007.2

ISBN 978-7-116-05144-7

I. 天... II. ①郑... ②蔡... ③李... III. 天山-
构造盆地-地质构造-研究 IV. P548.245

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 000460 号

责任编辑:陈 磊

责任校对:王素荣

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部);(010) 82324565 (编辑部)

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

开 本:787 mm × 1092 mm ¹/₁₆

印 张:16

字 数:400 千字

印 数:1—800 册

版 次:2007 年 2 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价:40.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-05144-7

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

作者简介

郑和荣，男，1962年生，湖南省武冈市人，博士，教授级高工，国务院政府特殊津贴专家。现任中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院副院长、总地质师。多年来一直从事油气地质研究与勘探工作。

通信地址：北京市学院路31号，邮编：100083

蔡立国，男，1956年生，博士，教授级高工。现在中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院工作、副总地质师，主要从事盆地与石油构造分析、沉积-层序、油田水动力环境、油气保存条件及油气评价研究。

通信地址：北京市学院路31号，邮编：100083

李铁军，男，1971年生，博士，高级工程师。现在中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院工作，主要从事石油构造分析、油气地质综合评价方面的研究。

通信地址：北京市学院路31号，邮编：100083

目 录

绪 言	(1)
-----	-----

第 I 篇 天山复合造山带南、北前陆盆地演化及构造样式

1 天山复合造山带的形成演化	(9)
1.1 西域古地台的解体及原特提斯洋的形成	(11)
1.2 原特提斯洋的俯冲消亡及早古生代天山俯冲-碰撞造山带形成	(15)
1.3 晚古生代天山南、北洋盆的形成	(18)
1.4 晚古生代晚期天山洋盆的闭合及天山复合造山带的形成	(19)
1.5 造山后侵蚀准平原化交替阶段	(22)
1.6 陆内造山隆升和褶皱-冲断强烈发育阶段	(23)
1.7 天山南、北前陆盆地构造-地层组合	(25)
2 库车前陆盆地演化及前陆褶皱-冲断带构造样式	(29)
2.1 晚古生代—早中生代南天山洋消减及塔北弧后前陆盆地形成	(29)
2.2 陆内造山阶段与陆内俯冲型前陆盆地的发育	(57)
2.3 中、新生代沉降史分析	(70)
2.4 库车前陆褶皱-冲断带构造样式	(74)
2.5 库车前陆褶皱-冲断带的变形序次	(84)
2.6 平衡剖面分析及缩短量估算	(85)
2.7 认识与小结	(94)
3 吐-哈前陆盆地演化与构造样式	(96)
3.1 区域构造背景	(97)
3.2 吐-哈盆地基底特征	(100)
3.3 吐-哈盆地构造演化	(101)
3.4 盆地沉降史分析	(117)
3.5 吐-哈前陆盆地构造样式分析	(118)
3.6 吐-哈盆地构造剖面的平衡与恢复	(133)
3.7 认识与小结	(142)
4 准噶尔南缘中、新生代前陆盆地演化及构造样式	(144)
4.1 盆地的基底性质	(144)
4.2 准噶尔盆地构造单元划分	(146)
4.3 准噶尔南缘俯冲-碰撞型前陆盆地演化及特点	(148)
4.4 准噶尔南缘陆内俯冲型前陆盆地演化及特点	(154)
4.5 盆地的沉降史分析	(165)

4.6 准噶尔南缘前陆褶皱-冲断带构造样式分析	(166)
4.7 构造转换与迁移	(175)
4.8 认识与小结	(175)

第 II 篇 前陆盆地地球动力学分类与前陆褶皱-冲断带构造样式

5 前陆盆地地球动力学分类	(179)
5.1 前陆盆地的剖面结构特征	(179)
5.2 前陆盆地动力学分类	(180)
5.3 俯冲-碰撞型前陆盆地	(182)
5.4 弧后前陆盆地(弧-陆碰撞型前陆盆地)	(183)
5.5 陆内俯冲型前陆盆地	(186)
5.6 走滑型前陆盆地	(187)
5.7 天山南、北陆内俯冲的影响因素	(197)
5.8 关于天山陆内俯冲转换的设想	(201)
5.9 认识与小结	(205)
6 前陆褶皱-冲断带构造样式及油气控制关系	(206)
6.1 逆冲断层组合样式	(207)
6.2 褶皱组合样式	(210)
6.3 前陆褶皱-冲断带对油气形成的影响	(211)
6.4 认识与小结	(216)
7 天山南北前陆盆地油气勘探选区评价	(217)
7.1 盆地含油气层系的发育决定了油气产出规模与远景	(217)
7.2 盆地改造程度与变形特点决定了油气聚集区带的展布及油气运聚指向	(227)
7.3 塔里木、准噶尔、河西走廊盆地主要油气勘探区带及初步评价——以大、中型油气 聚集带的发现与突破为主要目标	(231)
7.4 主要存在问题及对策	(239)
8 认识与结论	(243)
主要参考文献	(246)

绪 言

前陆盆地是一类与挤压构造环境有关的独特构造单元，与前陆褶皱-冲断带成对发育在造山带与稳定区（如克拉通或具有较刚性基底的陆块、地块）的接合部。它们的形成、演化与板块间（或岛弧、地体）的俯冲、碰撞以及陆内俯冲作用有关，可以看做是板块俯冲、碰撞及远程效应所产生的一种构造样式（地质记录）。这种构造样式具有全球性分布的特征（图0-1）。因此，研究前陆盆地及前陆褶皱-冲断带，有助于了解造山带形成过程运动学和动力学机制。这是当今地球科学研究中的一个重要课题，因为这类地区是油气资源丰度的主要勘探领域。

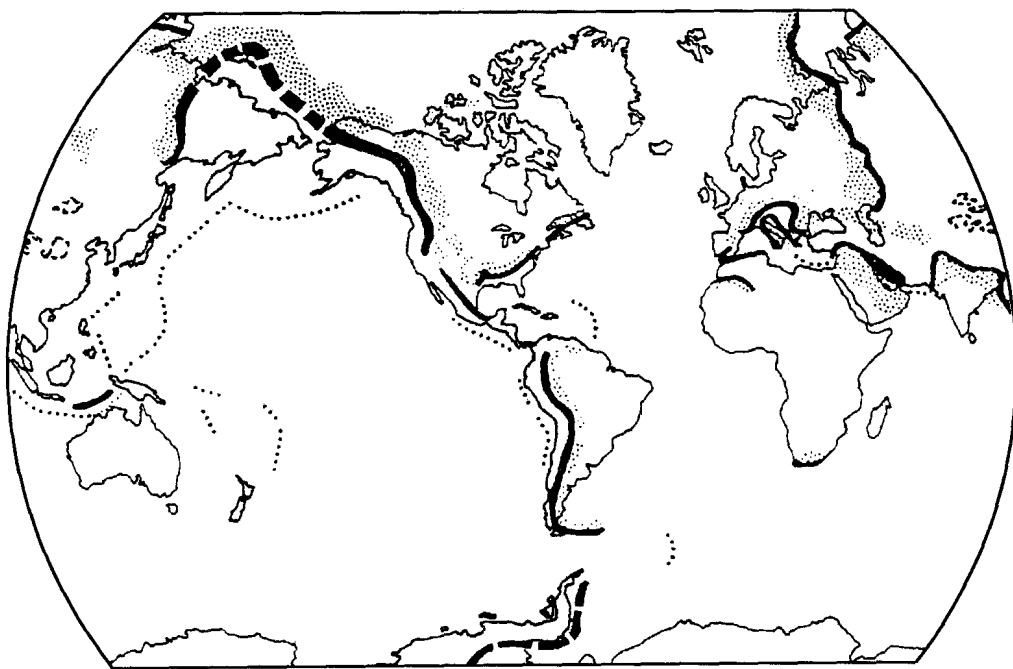


图0-1 全球褶皱-冲断带及前陆盆地分布

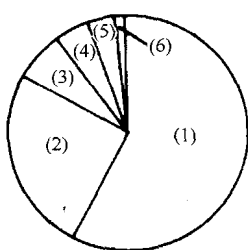
（据 A. W. Bally 修改，1980）

粗点表示海沟；细点表示前陆盆地；短虚线表示中国型盆地；粗黑线为 A 型俯冲带

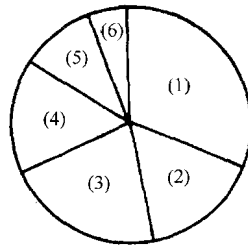
前陆盆地是当今世界上的主要油气产区。在已发现的超大型（储量 50 亿桶以上）、大型（5 亿桶以上）的油气田中，这类盆地的油气产量占了 36.9% 和 57.6%（图0-2）。石油地质学家在实践中逐渐认识到褶皱-冲断带与油气产出的关系，尤其是它所伴生的前

1 桶 = 158.987 dm³。

I 超大型油气田 (50 亿桶以上) 在不同类型沉积盆地中的分布图

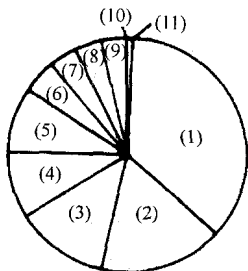


所有沉积盆地:(1) 前陆盆地 (57.6%);(2) 叠合盆地 (25.4%);
(3) 裂谷盆地 (6.8%);(4) 被动边缘盆地 (5.1%);(5) 山间盆地
(3.4%);(6) 褶皱带盆地

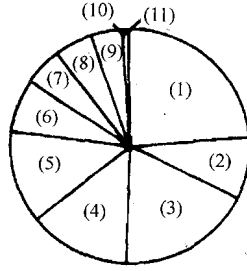


除扎格罗斯前陆盆地及西西伯利亚盆地之外的沉积盆地:
(1) 前陆盆地 (31.6%);(2) 叠合盆地 (15.8%);(3) 裂谷盆地
(21.1%);(4) 被动边缘盆地 (15.8%);(5) 山间盆地 (10.5%);
(6) 褶皱带盆地 (5.3%)

II 大型油气田 (5 亿桶以上) 在不同类型沉积盆地中的分布图



所有沉积盆地:(1) 前陆盆地 (36.9%);(2) 叠合盆地 (17.1%);
(3) 裂谷盆地 (12.7%);(4) 三角洲盆地 (9.2%);(5) 被动边缘
盆地 (8.6%);(6) 转换边缘盆地 (4.7%);(7) 山间盆地 (3.7%);(8)
后陆盆地 (3.3%);(9) 褶皱带拗断盆地 (3.1%);(10) 克拉通内
陆盆地 (0.4%);(11) 弧后盆地 (0.2%)



除扎格罗斯前陆盆地及西西伯利亚盆地之外的沉积盆地:
(1) 前陆盆地 (23.9%);(2) 叠合盆地 (8.6%);(3) 裂谷盆地
(18.7%);(4) 三角洲盆地 (13.5%);(5) 被动边缘盆地 (12.6%)
(6) 转换边缘盆地 (6.9%);(7) 山间盆地 (5.5%);(8) 后陆盆
地 (4.9%);(9) 褶皱带拗断盆地 (4.5%);(10) 克拉通内陆盆
地 (0.6%);(11) 弧后盆地 (0.3%)

图 0-2 全球主要含油气盆地类型超大型、大型油气田的产出比例

陆带之丰富的油气资源潜量,更吸引人们对它的重视。据估计,截至 2000 年,全球已发现的 592 个大油气田,它们的储量之和至少占世界探明油气储量的 65% (Paul Mann 等, 2003)。按各构造环境存在的大油气田个数统计,碰撞边缘环境中者在三种不同分类方案中分别约占 31% (Paul Mann 等, 2003), 49% (Bally 和 Snelson 分类, 1980) 和 51% (Klemme 分类, 1971)。值得注意的是,赋存于冲断带 (Thrust belt) 环境 (即褶皱-冲断带) 中者有 40 个,占 8% 左右 (Bally 和 Snelson 分类, 1980)。20 世纪 90 年代共发现 76 个大油气田 (油田 37 个,气田 39 个;或者说油和氣田 36 个,凝析气田 40 个),有 25 个分布在与逆掩带有关的构造环境 (褶皱带、前陆、前渊和弧后带) 中,它们的油气储量占全部 76 个大油气田的 33%。或者说其中 58% 的油气储量发现于聚敛边缘环境 (主要是褶皱-冲断带、前陆和前渊) 中,而此环境的新大油气田储量中气占 78%;不仅如此,30 个特大油气田中有 14 个蕴藏在褶皱-冲断带及其相关的前陆和地台中 (Henry 和 Pettingill, 2001)。此外,新发现的大油气田位于古生界的与新生界的个数相近,但古生界中的油气田规模比新生界中的大一倍左右 (Henry 和 Pettingill 等, 2001)。据上分析,聚敛带及其

相关构造环境与油气产出的关系密切。

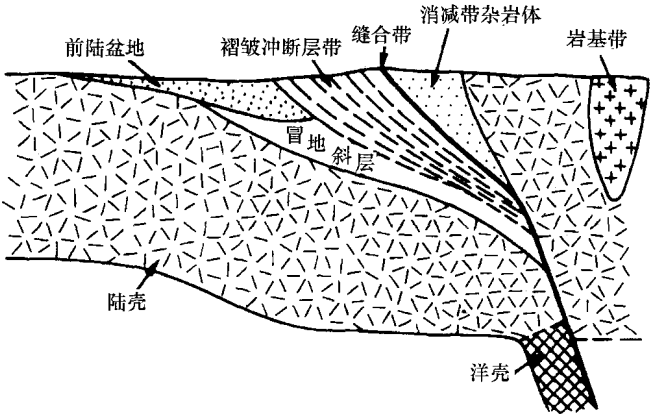
前陆盆地的研究,对于盆地油气的勘探、提高勘探成功率及扩大油气储量具有明显的经济效益。然而,并不是所有前陆盆地均能产出丰富的油气,例如,中东扎格罗斯山前陆盆地——波斯湾地区,是世界上最大的油气产出地区之一,以大型、超大型的高产油气田而闻名于世;而北美地台西部落基山前陆盆地却以中、小型油气田的星罗棋布为特点;在中国西北的天山南、北的库车前陆盆地、准噶尔南缘前陆盆地以及龙门山前陆盆地、贺兰山鄂尔多斯西缘前陆盆地,现今的油气勘探虽取得较大的进展,发现一些中、小型油气田,但没有重大的突破。所以,在“没有盆地,就没有石油”(Perrodon, 1980)的名言之下,还应认识到“并不是所有的盆地都能产出石油”这一事实。因为油气的产出除与全球性构造运动——板块构造运动和地球动力学作用紧密相关外,还涉及盆地的沉积充填序列(沉积体系展布、沉积环境、沉积物源供给等)、古气候、古生物发育程度以及后期盆地保存程度诸条件的匹配。所以,在盆地的油气远景评价中,不仅要重视以地球动力学机制进行的盆地分类(刘和甫, 1993),分析各类盆地所具有的独特运动学和动力学性质及其所反映出来的构造样式、沉积样式,从而在油气系统这一领域中探索不同类型油气圈闭样式及分布规律,进而对盆地进行油气远景的评价及预测,而且也要考虑到任何石油和天然气藏的形成要受许多条件的制约,诸如储盖条件、运聚条件及热力条件等,所以应把盆地作为一个油气系统来考虑,不仅考虑盆地的类型,研究所处地质历史阶段的地球动力学环境和时空结合关系,而且要考虑盆地本身的特色,如沉积、沉降、有机质丰度、热史演化、运移、聚集及圈闭、保存诸因素,尤其在多期叠加的复合型盆地中,更要考虑后期叠加改造作用对盆地油气系统的影响,特别是后期油气封闭系统的有效性。

前陆盆地的形成与演化受地球动力学性质的变化所控制,盆地的演化具有阶段性(幕式活动)。这种阶段性反映了地球和地壳历史发展的自然阶段,各个阶段的结束期都是地质事件——包括岩浆活动、构造变动和生物界急剧变化的重大变革时期,而各阶段本身则又代表了相对稳定和平静的缓慢演变过程。同时,各阶段都具有独特的互不相同的性质和运动学、动力学背景条件,但在整体上和全过程中,又体现了向前、规律性的发展和演变(王鸿祯, 1986),这就是在天山南、北前陆盆地分析中所采用的理论基础——活动论和阶段论。因此,在前陆盆地分析中,从地球动力学分析,研究盆地形成演化序列与盆地类型;从盆地构造样式、沉积样式、物源供给特点、盆地沉降史、岩浆活动及地球化学分析、地球物理特征等分析,确定不同的演化阶段,不同类型盆地的演化及叠加,由此将深部变形与浅部变形、造山带形成与前陆盆地演化、构造作用与沉积作用、岩浆作用诸方面联系起来,是进行盆地整体的、动态的、综合的分析的有效方法,尤其是认识被改造过的盆地,这些因素也就构成鉴别不同阶段、不同类型前陆盆地的标志。

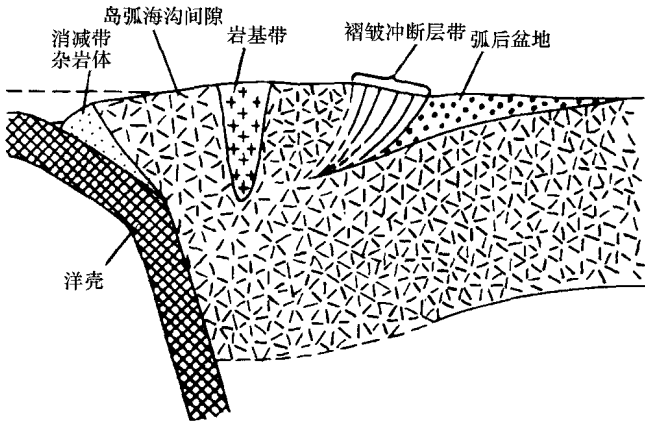
造山带的形成在时间上不仅有差异性、迁移性,也有阶段性,而且还存在着多旋回演化的特点。尤其是中国的几个主要造山带的形成,往往是经历多次的活动而最后成型,具有复合造山带的复杂演化历史,并且在幕式活动中,动力学机制也不尽相同,发生质的变化。正因为如此,与其相随产生的前陆盆地同样也存在着叠加、改造的演化过程。在纵向上可能由不同成因类型前陆盆地叠加而形成复合型前陆盆地,这在中国西北地区的山系演化与盆地形成中具有普遍性。

Dickinson (1976) 根据前陆盆地的板块构造位置划分了两类前陆盆地(图0-3),一

类称为周缘前陆盆地（peripheral foreland basin），发育在俯冲板块一侧，与板块俯冲碰撞有关；另一类称为弧后前陆盆地（retroarc foreland basin），发育在挤压岛弧-海沟系的岩浆弧后侧，Dickinson 采用 retroarc，而不用 backarc，主要是想区别于弧后存在着扩张的弧后盆地。然而在这一分类中，虽然把板块构造理论引入到前陆盆地的分类中，但未能把造山带的形成特点、动力学机制全部考虑进去，特别是在中国中、西部中、新生代以来发育的



a. 周缘前陆盆地及构造位置



b. 弧后前陆盆地及构造位置

图 0-3 Dickinson 前陆盆地分类
(据 Dickinson, 1976)

大、中型陆相盆地，其形成与板块间的俯冲、碰撞并无直接的对应关系，存在着特殊的类型，因而 Bally 称之为喜马拉雅型盆地。所以在前陆盆地分类中，采用动力学机制分类，反映前陆盆地与造山带类型的耦合关系，不同的板块动力学机制形成了不同的造山带类型，因而也形成了不同类型的前陆盆地。造山带的形成与前陆盆地的配置，反映了它们之间的动力学内在联系，也是前陆盆地分类的动力学基础。

本书通过野外地质调查、地球物理资料解释、室内综合分析和计算机模拟技术，对中

国西北主要造山带——天山造山带南、北前陆盆地类型、构造样式及沉积样式进行分析,提出了前陆盆地的分类及各类盆地形成的动力学机制、沉积物充填、沉降演化、沉积展布和迁移特点,并对前陆褶皱-冲断带的变形样式进行了系统分析,探讨构造变形带的分带性、展布规律及变形层次的关系。取得的主要认识如下:

(1) 根据天山复合造山带的形成演化及南、北两侧前陆盆地的配置关系,对库车—塔北地区、准噶尔南缘、吐哈地区中、新生代前陆盆地演化进行了分析,划分出前陆盆地类型及演化序列:①周缘前陆盆地;②弧后前陆盆地;③陆内俯冲型前陆盆地(J—Q)。这些原型盆地的叠加,形成了现今的复合型前陆盆地。

(2) 在实例分析的基础上,以造山带形成的动力学机制为特点,将前陆盆地划分为四种主要类型:①周缘前陆盆地(俯冲-碰撞型前陆盆地);②弧后前陆盆地(包括弧-陆碰撞型前陆盆地);③陆内俯冲型前陆盆地;④走滑型前陆盆地。并提出了各类前陆盆地的鉴别特征。

(3) 前陆盆地在剖面结构上具有明显的不对称性,沉积、沉降中心明显偏向山前,地层向稳定区方向减薄、尖灭及超覆,形成一个楔形体。盆地的充填及沉积相带展布受前陆褶皱-冲断带的控制,并随着冲断活动向稳定区方向的扩展而发生迁移。

(4) 天山南、北前陆褶皱-冲断带具有明显的构造分带性,变形强度由山前向着前陆盆地逐渐减弱,卷入层次变浅。一般可划分出:①山前冲断推覆带;②楔冲构造带;③双重构造及断弯褶皱带;④冲隆构造带(断展褶皱带、三角构造带);⑤前缘平缓褶皱或斜坡带。构造样式在平面上存在着转换及反转,在纵向上变形具有明显的层次性。

(5) 在前陆褶皱-冲断带中主要构造样式为:楔冲构造、叠瓦扇、双重构造、冲隆构造、三角构造带、断弯褶皱、断展褶皱、断滑褶皱等。构造样式的发育受区域性滑脱面的发育程度所控制,在纵向上常出现上、下构造的不协调。楔冲构造常发育在较深层次(指薄皮构造深度),位于冲断带后缘。双重构造和断弯褶皱发育在中浅层次,位于冲断带中部。而在冲断前缘发育断展褶皱及冲隆构造或三角构造带。

(6) 根据天山南、北前陆盆地的发育特点及中、新生代以来陆内俯冲所产生的各种地质现象,提出了陆内俯冲转换带的设想。这一转换带对造山带的俯冲位置、俯冲位移量的大小起转换调节作用,对陆内俯冲造山作用在理论上具有进一步探讨的意义。

前陆褶皱-冲断带油气勘探具有极大的挑战性及巨大的油气勘探潜力,需要持之以恒,树立必胜的信心,针对这种复杂局面,必须采用有效、特殊的研究方法、手段,分别对重大问题采取重大科技攻关,深入研究。在目前条件下,应有重点,有步骤地对有利或潜在油气远景地区,如准噶尔南缘前陆褶皱-冲断带、博格达山北缘前陆褶皱-冲断带、大巴山前陆褶皱-冲断带、龙门山前陆褶皱-冲断带,集中力量,发挥优势,综合研究,力争突破,打开局面,以带动油气勘探的扩展。在其他地区保持适当的研究力量,进一步深入研究油气运聚、保存规律的有效性,作为后续基地,进行中长期勘探的接替地区。

(1) 加强前陆褶皱-冲断带油气运聚规律研究,特别是油气聚集规律与保存条件及构造样式研究,以形成陆内前陆褶皱-冲断带油气勘探的理论,指导复杂构造带油气勘探。

(2) 加强山地地震勘探的工程技术,包括采集、处理、解释系列技术,提高复杂构造带深部圈闭的可信度。

(3) 攻关高压、高陡、高温复杂地质条件的钻井、测井系列技术,适应前陆褶皱-冲断带的工程技术。

(4) 坚定前陆褶皱-冲断带油气勘探的信心，前陆褶皱-冲断带油气资源潜力大，具有极大的挑战性，在油气勘探中必须遵循节奏可以加快，但勘探程序不可逾越的原则，科学地对待暂时的失败与挫折，持之以恒，必定实现在褶皱-冲断带油气勘探的重大突破。

第 I 篇 天山复合造山带南、北 前陆盆地演化及构造样式

本篇简述了天山复合造山带形成过程的两大离散、汇聚旋回及其对南、北两侧不同构造部位的影响，并以库车前陆盆地、准噶尔南缘前陆盆地和吐哈前陆盆地为主，探讨晚古生代以来这三个前陆盆地的形成演化、盆地沉积充填特点、构造变形的分带性、层次性及主要构造样式，进而在成因机制上，提出了两类不同成因的前陆盆地的叠加及迁移规律。

1 天山复合造山带的形成演化

天山是亚洲巨大山系之一，沿纬向延伸横亘于新疆中部，中国部分西起中-吉（吉尔吉斯斯坦）及中-哈（哈萨克斯坦）边界，东至星星峡以东，绵延 1700 km，把新疆分隔成北疆和南疆两大部。

天山山势雄伟，山体高耸入云，山地平均海拔 4000 m 左右，其南侧的塔里木盆地平均海拔约 1000 m，北侧的准噶尔盆地为 500 m，山地与盆地高差达 3000 m ~ 3500 m，显然，天山山系的形成对其南、北两侧的盆地有着重大的影响。

在大地构造属性及板块构造体制上，天山是一个复合造山带，构成了一个重要的构造单元，向东可与祁连山、秦岭、大别山造山带相接，形成了横贯中国东西，分隔中国南、北两个陆块（塔里木—扬子准噶尔—华北）的接合带（图 1-1）。对于天山造山带的构造演化，许多学者（袁复礼、黄汲清、王鸿祯、王作勋、肖序常、冯益民、Graham 等）均作了不少的论述，从不同的角度提出了天山造山带的构造区划、构造演化阶段及属性、板块运动体制下成因机制的不同看法。

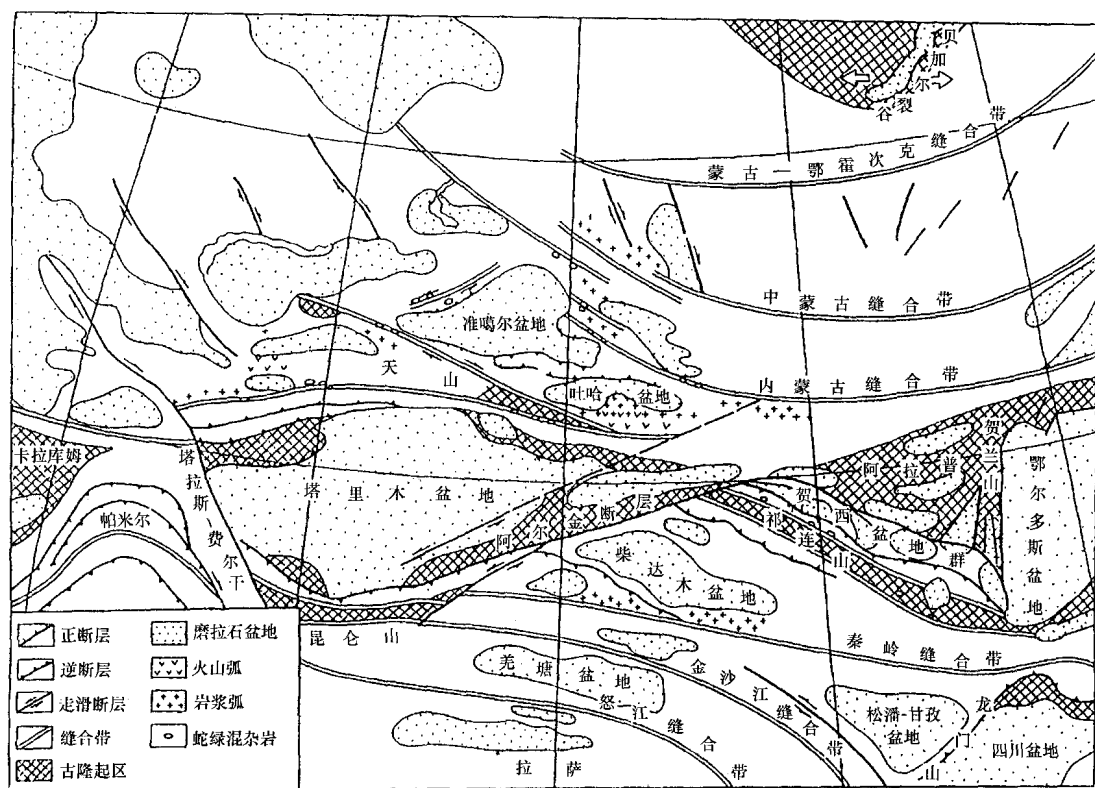


图 1-1 天山及邻区区域构造简图
(据刘和甫, 1994)

应当指出的是，在研究造山带的演化特征中，宏观上以大的构造旋回（或阶段）来分析造山带的形成过程，必须考虑各陆块（板块或地体）的时、空组合关系，因为它们的组合及相对位置在各地质历史阶段中是不断变化的（王鸿祯，1990）。研究重点应放在各陆块边缘的组成和演化，因为代表古洋壳的蛇绿岩经过多次的俯冲、消减及改造，保存往往是不佳的。而其边缘的陆缘却常保存有与裂解、消减、汇聚、碰撞有关的岩石记录。这也是研究盆地与造山带形成的关键所在。而且，由于一个洋盆往往具有复杂的地貌组成，诸如今日的太平洋，既有洋脊、大洋盆地，而且具有边缘裂解的基底残块、海底高原、海山或海台、洋岛等构造单元，设想它们在后期的消减过程中，随着太平洋洋壳的俯冲，均可能增生到大陆边缘上，从而构成一个复杂的大陆边缘，故有可能掩盖了原来大洋盆地的规模及面貌，所以在研究造山带时，尚要注意区别局部和主体的关系。

在区域构造演化特点上，天山造山带的形成是在经中条运动（古元古代末）（王鸿祯，1986）及晋宁运动（塔里木运动）而形成的西域古地台（刘和甫等，1994）或“新疆古克拉通”（肖序常等，1990）几经分裂、拼合的结果，构成了现今以一系列微陆块、岛弧地体及分别镶嵌于它们之间的不同时期的褶皱带为主的复合造山带（或“多旋回造山带”）。根据野外观察及资料综合分析，本书把天山复合造山带的演化划分为六个主要阶段（图1-2）：a. 西域古地台（或新疆古克拉通）的解体及原特提斯洋的形成（Z—O₁）；b. 原特提斯洋的俯冲消亡及古天山造山带的形成（O₂—D）；c. 北天山晚古生代洋

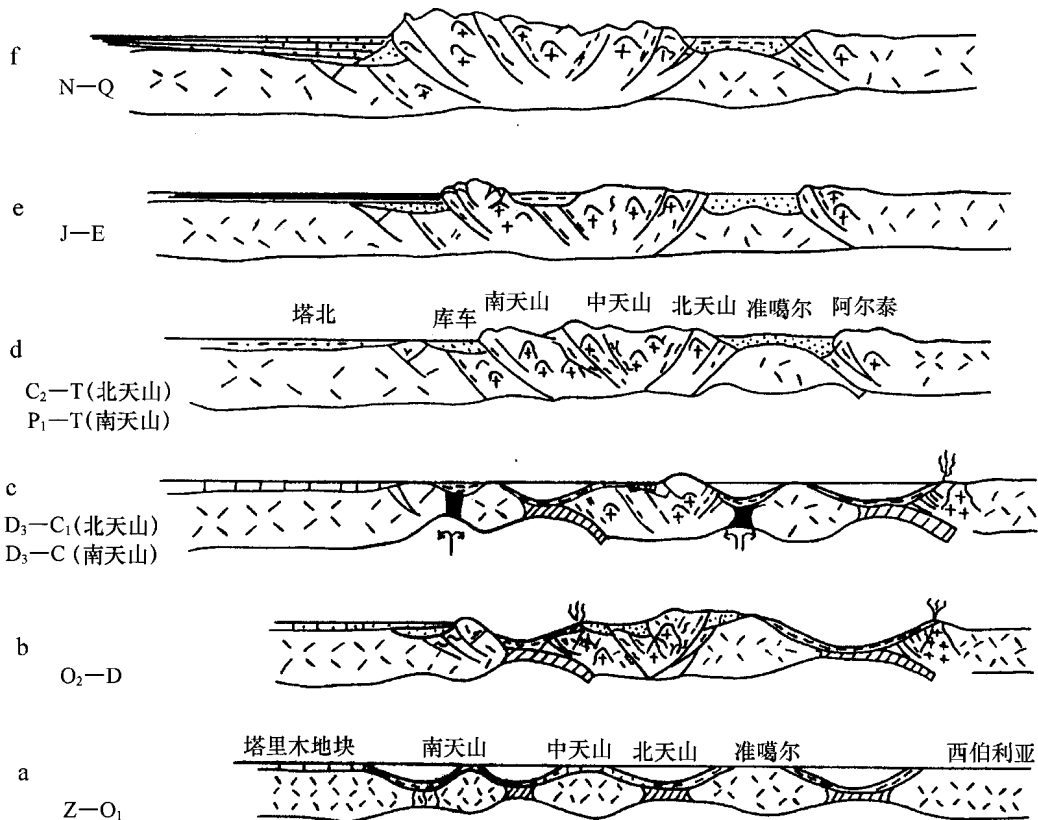


图1-2 天山复合造山带演化阶段

盆的形成 (D_3-C_1) 与南天山洋的扩张 (D_3-C); d. 南、北天山洋盆闭合 (北天山洋盆 (C_2-T) / 南天山洋盆 (P_1-T)) 及天山复合造山带的形成; e. 褶皱—冲断隆升与侵蚀准平原化交替 ($J-E$); f. 陆内造山作用与天山急剧隆升及褶皱—冲断活动 ($N-Q$)。

1.1 西域古地台的解体及原特提斯洋的形成

经塔里木运动 (晋宁运动) 而形成的西域古地台, 从新元古代晚期 (震旦纪) 开始发生裂陷活动。其明显的表现是在现今塔里木盆地东北缘的库鲁克塔格震旦系底部贝义西组出现厚层火山熔岩、火山碎屑岩; 阿克苏地区苏盖特布拉克组 (Z_2) 出现基性火山岩以及中天山伊犁地块上的震旦纪裂谷火山岩。火山熔岩具有典型的大陆裂谷特征 (王炯章, 1990), 标志着西域古地台的解体, 形成一系列的大陆裂谷 (图 1-3a); 其后随着分裂的加剧, 这些裂陷盆地进一步解体, 形成了多扩张中心、多陆块 (地体) 洋盆——原特提斯洋, 发育一系列的被动陆缘盆地 (图 1-3b)。

中天山北缘果子沟—干沟断裂带, 从唐巴勒经哈希根达坂、冰达坂、乌斯特沟、米什沟至干沟一带断续出露有一系列的基性、超基性岩体。在东段乌斯特沟至干沟一带宽 1 km ~ 2 km 的范围内, 以绿泥绢云石英片岩、钠长阳起片岩为主的基质 (原岩可能为杂砂岩和基性火山岩) 中混杂着大小不一、性质各异的蛇纹石化橄榄岩、变辉长岩、玄武岩、大理岩等, 构成混杂岩带。其南侧以南倾的宽达 200 m ~ 500 m 的糜棱岩化绢云石英片岩与中—上奥陶统火山岩接触, 北侧与北天山晚古生代火山岩为构造接触, 总体为一南倾的构造楔体。郭召杰等 (1993) 认为: 该混杂岩带为蛇绿混杂岩带。

混杂岩中的超基性岩 (主要为斜辉橄榄岩、辉石岩 (超镁铁质堆积岩)) 的岩石地球化学分析表明, 超基性岩的稀土元素总量值低, 稀土元素分布模式为平坦型, 总体与地幔岩相近 (图 1-4)。用 Mullen (1983) 的 $TiO_2-MnO-P_2O_5$ 图投点, 确定乌斯特沟蛇绿混杂岩中的玄武岩产出大洋岛屿碱性玄武岩和洋中脊玄武岩区 (图 1-5)。显然, 这套超基性、基性火山岩产出大洋扩张环境。应为早古生代早期北天山洋的残留。

南天山北缘从长阿吾子至乌瓦门、拱拜子、库米什一线也分布着一系列的基性—超基性岩体。在乌瓦门一带, 蛇纹石化超基性岩具层状构造, 为糜棱岩化辉橄岩。变质基性岩为辉长岩。其化学特征参数在 $Al_2O_3-CaO-MgO$ 图解中, 投点于超镁铁堆积和镁铁堆积岩区 (图 1-6), 变质基性、超基性岩的稀土元素与地幔岩相近, 稀土元素球粒陨石标准化模式为平坦型 (图 1-7)。变质基性岩岩石化学参数在 T. H. Pearce 的 $FeO-MgO-Al_2O_3$ 图解中的投点落在大洋岛屿区 (图 1-8), 在 Mullen 的 $TiO-MnO-P_2O_5$ 图解中投点在洋中脊和岛弧拉斑玄武岩区。显然, 该区存在的镁铁、超镁铁岩可能产于大洋环境。

采自南天山北缘长阿吾子蛇绿混杂岩带辉长岩中的辉石 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄为 $(439.4 \pm 26.7) Ma$ (郝杰等, 1993)。其中基性、超基性岩与原岩为复理石型碎屑岩的变质岩及大理岩混杂产出。基性、超基性岩的岩石地球化学分析表明其成分与蛇绿岩套中的基性、超基性岩相同 (王作勋等, 1990), 反映出该区最晚至晚奥陶世已有洋壳的存在。此带向西可与哈萨克斯坦东南缘的早古生代蛇绿岩 (早奥陶世) (王作勋, 1990) 相连。因此, 在南天山北缘, 构成绵延数千公里的蛇绿混杂岩带。刘洪福等 (1988) 在这套绿片岩相变质中基性火山岩、细碧角斑岩、杂砂岩、泥质岩、硅质岩所构成的混杂堆积中, 发现放