

文章编号:1000-0550(1999)增-0805-06

# 中国主要含气盆地构造动力学类型 与天然气地质条件<sup>①</sup>

黄华芳 刘子贵 周晓峰

(中国科学院兰州地质研究所 兰州 730000)

**摘要** 以板块构造理论为指导,遵循盆地构造动力学类型分析的理想模式和地质实际相结合的原则,将我国主要含气盆地划分为6类9型15种,并系统分析了各类盆地的天然气地质条件。认为在中国东部边缘海裂谷盆地具有形成大中型气田的优越地质条件,陆内裂谷盆地可寻找由中小型气田连片而成的大中型气区;在中国西部,寻找大中型气田的重要领域是克拉通转化盆地。

**关键词** 含气盆地 构造动力学类型 裂谷化环境 造山环境

**第一作者简介** 黄华芳 男 1960年出生 研究员 构造地质学与石油地质学

**中图分类号** P618.130.1 **文献标识码** A

含气盆地是大中型气田赖以赋存的地质基础。中国含气盆地类型众多,具有构造动力学环境复杂、形成演化历史漫长、后期改造强烈等突出特点<sup>[1]</sup>。不同类型的盆地,形成大中型气田的地质条件存在极大差异。

有关盆地类型的研究,许多学者<sup>[2~6]</sup>从盆地几何形态、结构、基底类型、构造旋回、构造位置、力学性质、成因机制等诸多方面进行了大量工作,积累了丰富的成果和资料。

本文拟从构造动力学角度,进行含气盆地类型研究,旨在分析不同地质时期盆地的构造动力学环境及演化特征,从而探讨油气分布规律。

## 1 盆地构造动力学类型划分原则

针对中国含气盆地的突出特点,进行盆地构造动力学类型研究时,本文遵循以下基本原则:

(1) 以板块构造理论为指导,将盆地研究的理想模式与地质实际相结合。

(2) 充分考虑盆地形成演化的构造动力学环境、构造位置、基底类型、边界条件、结构构造、沉积体系特征和构造转化形式等因素。

(3) 理论上要体现盆地的动力学实质,有关术语、概念与国际规范接轨,同时又体现中国的地质特

色;实际应用上应体现不同类型盆地间的差异性和同类型盆地间的可比性,以利于天然气资源的寻找和勘探。

## 2 盆地类型与天然气地质条件

依据上述原则,可将中国主要含气盆地形成的构造动力学环境分为两种,即裂谷化(拉张或走滑—拉张)环境和造山(挤压或走滑—挤压)环境,盆地类型可分为6类、9型、15种(表1)。

### 2.1 裂谷化(拉张或走滑—拉张)环境

#### 2.1.1 与地壳拉张、地幔上隆、地壳伸展减薄和裂陷(沉降)机制有关的盆地类

##### (1) 大陆内部裂陷(沉降)型

克拉通沉降盆地 指前震旦纪古老结晶基底之上,由早古生代大陆裂解形成的盆地(图1)。

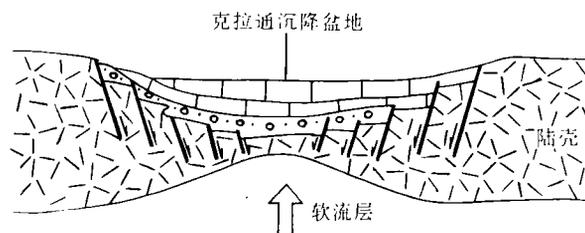


图1 克拉通沉降盆地结构示意图

Fig. 1 The sketch of the craton subsided basin

<sup>①</sup> 国家“九五”天然气科技攻关项目专题成果之一(编号:96-110-01-05-01)

收稿日期:1999-05-05

这种盆地形成于塔里木、华北、华南等古老大陆板块内部(表1)。早期的地壳伸展、减薄、裂陷作用,使盆地多发育地堑—地垒、伸展断层等拉张型构造;后期的热收缩及沉积载荷作用引起盆地整体沉降,沉积层平缓,构造不发育。

由于地壳的初始伸展、减薄及后续的裂陷、沉降,使克拉通沉降盆地拥有广阔的陆表海—浅海沉积环境;又由于其结晶基底的稳定性和统一性未遭到彻底破坏,因而接受了大范围的碳酸盐岩及较稳定的陆源碎屑岩沉积。

富含有机质的海相沉积,为大中型气田的形成奠定了物质基础;盆地较高的热流值和地温梯度,利于有机质转化;隆、拗相间的构造格局为天然气运移、聚集创造了良好条件;较稳定的构造环境利于天然气保存<sup>(7)</sup>。因此,克拉通沉降盆地是海相天然气资源寻找的有利地区之一。

### (2) 陆内扩张型

拗拉谷盆地 指三叉裂谷系中废弃的伸入大陆

板块内部的一支死亡谷。如早古生代的贺兰山拗拉谷,晚古生代的博格达拗拉谷等。

初始的地壳拉张减薄、裂陷和幔隆作用,使拗拉谷盆地总体呈地堑形态,张性断层发育;随裂谷系发展,盆地失去地幔柱支持,开始热收缩沉降,由断陷型演变为拗陷型。

拗拉谷盆地发育早期,有火山岩、陆源碎屑岩和碳酸盐岩沉积,沉积物特征与克拉通沉降盆地类似,但厚度要大得多;晚期,受造山作用影响,盆地遭到强烈破坏,发生褶皱、冲断,最后成为造山带的一部分。

### (3) 大陆边缘裂陷(沉降)型

被动陆缘盆地 位于稳定的离散型大陆边缘,基底为陆壳或过渡壳,形态以向海洋(或裂谷)中心区倾斜为特征,沉积体呈向洋一侧加厚的楔形(表1,图2)。

由于被动陆缘盆地要经过大陆裂谷阶段至大洋阶段的长期演化,因而盆地沉积物类型较为复杂,但

表1 中国主要含气盆地构造动力学类型

Table 1 The dynamic classification of gas-bearing basins in China

动力学环境	盆地类型		盆地结构	典型盆地	发育时代	
裂谷化(拉张或走滑—拉张)环境	与地壳拉张、地幔上隆、地壳伸展减薄及裂陷、沉降有关的盆地类	大陆内部裂陷型	克拉通沉降盆地	底部断陷,上部拗陷,具AnZ基底	阿瓦提、满加尔(拗)陷、大华北盆地、四川盆地	Pz <sub>1</sub>
		陆内扩张型	拗拉谷盆地	对称或不对称箕状断陷,具AnZ基底或褶皱基底	贺兰山拗拉谷 博格达拗拉谷	Pz <sub>2</sub>
		陆缘裂陷(沉降)型	被动陆缘盆地	向洋侧倾斜,有或无AnZ基底	库车—柯坪、柴达木北缘、准噶尔南缘和西北缘、河西走廊	Pz <sub>1</sub>
	与弧后扩张、幔隆、地壳减薄裂陷、沉降有关的盆地类	弧后扩张型	陆内裂谷盆地	对称或不对称箕状断陷,向上拗陷	松江、苏北、渤海湾、江汉、洞庭湖等盆地	Mz—Kz
			陆缘海裂谷盆地	不对称断陷、拗陷	黄海、东海、南海等盆地	Kz
	与走滑拉张,地壳减薄沉降有关盆地类	走滑拉张型	走滑拉分盆地	不对称箕状单边断陷	费尔干纳、依兰—伊通 汾渭地堑系	Mz Kz
造山(挤压或走滑—挤压)环境	与板块俯冲、碰撞、挤压造山机制有关的盆地类	前陆盆地型	周缘前陆盆地	向造山带一侧倾斜,沉积中心偏向造山带前缘	拜城—库车、柴北缘盆地 准噶尔南缘玛纳斯—昌吉盆地	Pz <sub>2</sub>
			弧后前陆盆地	向造山带一侧倾斜,沉积中心偏向造山带前缘	河西走廊盆地群,准噶尔西北缘 塔里木叶城—和田一带	Pz <sub>1</sub> 末 Pz <sub>2</sub> —Mz
			冲断前陆盆地	向造山带一侧倾斜,沉积中心偏向造山带前缘	中西部诸造山带边缘的冲断推覆构造前渊盆地	Mz—Kz
		造山带内盆地型	山间地块盆地	下断上拗不对称	伊犁、吐—哈盆地	Pz <sub>2</sub> —Kz
			山间拗陷盆地	不对称挠曲	民和、焉耆、三塘湖等	Mz—Kz
			山间断陷盆地	不对称箕状	兰坪—思茅、楚雄盆地	Mz—Kz
	与走滑—挤压造山机制有关盆地类	走滑—挤压盆地型	走滑—挤压拗陷盆地	不对称拗陷型式	百色盆地	Kz
					塔西南拗陷 晋陕雁列盆地	Pz <sub>2</sub> —Mz
			走滑—挤压冲断前陆盆地	不对称拗陷型式	柴达木西、塔东南拗陷	Mz—Kz
	克拉通转化盆地类	克拉通转化盆地型	克拉通转化盆地	具古老结晶基底,盆地结构复杂	塔里木、准噶尔、鄂尔多斯、四川	Pz <sub>2</sub> —Kz

主体以富含生物有机质的海相陆源碎屑岩、碳酸盐岩为主。这些富含有机质的海相地层是天然气形成和赋存的地质基础<sup>[4]</sup>。

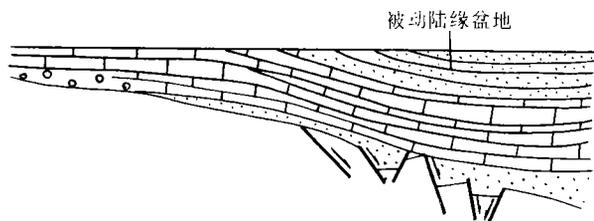


图2 被动陆缘盆地结构示意图

Fig. 2 The structure of the passive continental margin basin

随着后期洋盆的收缩、关闭和碰撞造山作用的发生,被动陆缘盆地处于造山带边缘前陆位置,并被新的盆地类型——前陆盆地所叠加。

可见,被动陆缘盆地中有着良好的天然气形成的物质基础和赋存的地质条件。虽然后期受到构造活动的改造,部分天然气可能通过断裂或其它通道散失或运移到上部圈闭中储存,但也有相当数量的天然气资源仍被埋藏于深部。因而被动陆缘盆地应作为今后勘探研究的重点之一。

#### 2.1.2 与弧后扩张、地幔上隆、地壳减薄、裂陷(沉降)机制有关的盆地类

这类盆地主要是指我国东部的中、新生代裂谷盆地。盆地的形成与太平洋板块向亚洲大陆俯冲引起的弧后扩张作用有关。

##### 弧后扩张型

**陆内裂谷盆地** 主要指松辽、渤海湾、苏北、江汉、洞庭湖等盆地(表1)。盆地中发育的中、新生代富含有机质的湖沼相含煤层系、泥质岩系等为油气形成提供了物质条件,较高的热流利于有机质转化,特殊类型的沉积岩系(冲积、洪积、浊积岩系、蒸发岩等)构成了良好的储盖组合,堑—垒构造及张性断裂为油气提供了运移通道和保存场所。因此,盆地中具备较好的天然气形成分布条件(图3)。

然而,由于这种盆地分割性强、发育历史较短,因此,在盆地的中、新生代地层中可寻找到小而肥的气田,寻找大中型气田较困难。

**陆缘海裂谷盆地** 指在中国东部大陆边缘分布的东海、黄海、珠江口、南海等盆地(表1)。其形成的主要动力学机制是弧后地幔上隆、地壳拉张减薄、裂陷作用(图4)。

盆地内新生代沉积厚度大(黄海厚达6 000 m,

东海厚达万米,南海厚达25 000 m)、盆地面积广(黄海宽100多千米、长300多千米,东海、南海均宽200多千米、长1 000多千米),热流值和地温梯度高,存在大中型气田赖以形成、赋存的物质基础和地质条件,是寻找大中型气田的广阔领域。

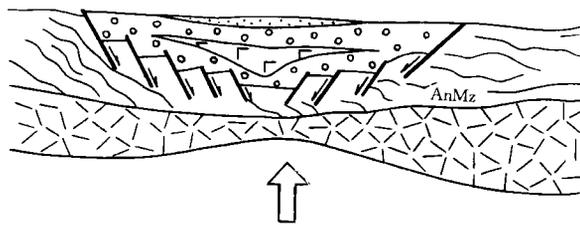


图3 陆内裂谷盆地结构示意图

Fig. 3 The structure of the intracontinental rift basin

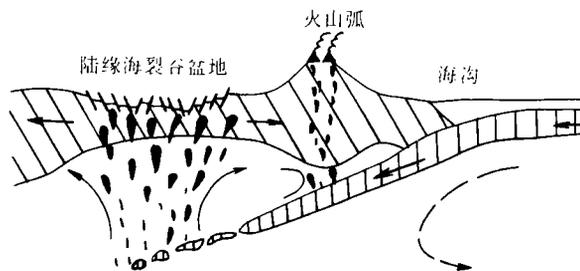


图4 中国东部陆缘海裂谷盆地构造示意图

Fig. 4 The structure of the pericontinental sea rift basin

#### 2.1.3 与走滑—拉张、地壳减薄、沉降机制有关的盆地类

**走滑—拉分盆地** 这种盆地是在板块之间或板块内部构造薄弱带的侧向运动中形成,在我国发育极为普遍,有的为单一盆地(如依兰—伊通盆地),有的为呈雁行状排列的盆地群(如汾渭地堑系)<sup>[4]</sup>。

部分走滑—拉分盆地(如依兰—伊通)在湖盆发育阶段接受的富含有机质的泥质岩和砂岩沉积,为天然气的形成和赋存提供了物质基础。但受盆地范围所限,形成大中型气田的希望不大。

#### 2.2 造山(挤压或走滑—挤压)环境

##### 2.2.1 与板块俯冲、碰撞、挤压造山机制有关的盆地类

###### (1)前陆盆地型

所谓前陆盆地是指分布在前陆冲断带靠克拉通一侧、与造山带走向平行延伸的拗曲盆地。盆地基底向造山带方向倾斜加深、沉积物向造山带方向加厚,并且随着造山带及边缘冲断带构造的发展盆地沉积

中心向盆地腹部方向迁移。

弧后前陆盆地 形成于洋壳俯冲过程中,并在后期造山环境中得到发展,特征是其边缘前陆冲断带与岩浆弧相毗邻(图5,表1)。

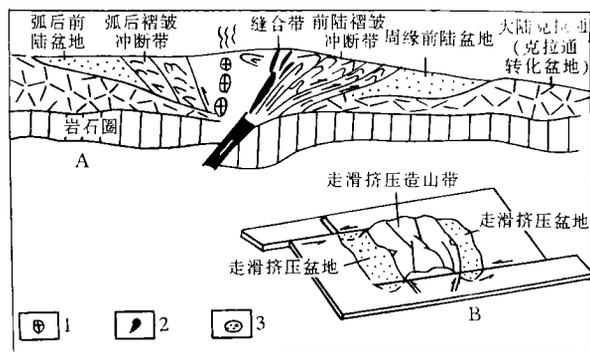


图5 造山型盆地构造位置示意图

1. 岩浆弧;2. 蛇绿岩、蛇绿混杂岩;3. 沉积场所

Fig. 5 The tectonic location of the orogenic-type basin

周缘前陆盆地 形成于大陆碰撞阶段并在此后的造山环境中发展演化,特点是冲断带与缝合带相邻(图5,表1)。

上述二种前陆盆地发育时期,沉积了来自于造山带的冲积—洪积相粗碎屑岩、河湖沼泽相含煤岩系和砂泥岩等地层,具有天然气形成和赋存的地质条件,因而可有陆相气田的形成<sup>[8]</sup>。

此外,它们的构造发展也为深埋于其下的早古生代被动陆缘盆地形成的天然气提供了运移通道和赋存条件,因而,还可寻找到古生新储的天然气藏。

冲断前陆盆地 主要形成于中、新生代。特点是冲断带既与岩浆弧无成生联系,也与碰撞缝合带发育无关,是造山带后期发展阶段的产物。

在我国中、西部地区几乎每个造山带边缘都有冲断带和冲断前陆盆地分布(表1)。它们的形成与中、新生代以来特提斯海演化及印度板块与欧亚板块碰撞产生的挤压构造环境有关。

冲断前陆盆地中广泛接受的是陆相冲积、洪积等粗大碎屑物质堆积以及河流湖泊环境下的砂泥岩沉积,部分夹有干旱、半干旱气候条件下形成的含膏盐层。因此,冲断前陆盆地发展阶段不具备形成大中型气田的地质条件,但也不能否认它有较好的天然气储存圈闭,可以捕获通过断裂或其它通道运移而来的深部天然气资源。

## (2) 造山带内盆地型

在造山过程中,由于造山带内微型块体的相对

沉降、不均一地质的差异拗陷以及纵向拉伸引起断陷等,形成了常见的三种盆地型式:山间地块盆地、山间拗陷盆地和山间断陷盆地。

山间地块盆地 这种盆地发育在较稳定的中间(或微型)地块之上,大都经历了断陷盆地、不对称挠曲盆地、冲断前陆盆地等发展阶段。如我国西部较典型的伊犁盆地、吐—哈盆地,它们均是发育于天山造山带内的山间地块盆地。在整个盆地发育历史时期,尤其是晚二叠世—侏罗纪的挠曲盆地阶段接受了内陆河湖沼泽相富含有机质的泥质岩类、含煤岩系等地层,具有一定的油气资源潜力,是寻找陆相油气的有利区域<sup>[9]</sup>;但是由于此类盆地范围有限,油气资源量会受到一定程度的限制。

山间拗陷盆地 在造山及其后(特别是中、新生代)的挤压环境中形成,以褶皱带为基底,范围较小,结构构造复杂,分割性强。虽然部分盆地中有中生代含煤岩系等富含有机质的地层沉积,但一方面烃源岩容量有限,另一方面构造活动性强,因而可形成中小型气田。如天山造山带内的焉耆盆地、阿尔泰山与天山交汇部位的三塘湖盆地、祁连造山带内的民和盆地等。

山间断陷盆地 在我国许多造山带内几乎都有山间断陷盆地发育,它们的形成虽然也与造山环境有关,但其动力学机制却较为复杂。这种盆地可以是造山带顶部引张条件下的重力塌陷作用所致,也可以由造山过程中垂直于区域挤压应力的拉张作用形成;前者盆地走向大致同于造山带,后者走向则垂直造山带。在祁连山、秦岭、天山等诸造山带中均有小型断陷盆地发育,这种盆地天然气资源潜力较差。

### 2.2.2 与走滑—挤压造山机制有关的盆地类

依据盆地形成的大地构造背景及发育历史,可以区别出两种情况:

(1) 形成于走滑—挤压造山环境,并在此种环境中得以发展。这种盆地多位于走滑—挤压造山带内部或两侧冲断带前缘,盆地类型主要为走滑—挤压拗陷盆地和走滑—挤压冲断前陆盆地(表1)。盆地几何形态呈不对称挠曲特征,内部构造走向多与造山带或边界断裂带斜交。

(2) 早期形成于板块俯冲—碰撞、挤压构造环境中的盆地,在后期走滑—挤压造山环境中得到了改造,其力学性质、构造组合类型、边界条件等均发生了较大变化。如准噶尔东北部拗陷和西北部拗陷的形成分别与古生代东、西准噶尔地区多次出现的

俯冲—碰撞、挤压造山环境有关,但随着板块构造格局的调整,东、西准噶尔地区在中—新生代又都处于走滑—挤压造山环境,使准噶尔东北部拗陷和西北部拗陷无论在构造组合类型上,还是在边界条件的力学性质上都发生了较大变化。塔里木、柴达木等盆地也如此。

### 2.2.3 克拉通转化盆地类

所谓克拉通转化盆地主要是指由具前寒武纪古老结晶基底的大陆克拉通转化而成的统一的大型内陆沉积盆地(表1)。这类盆地面积广大,达数十万平方公里,演化历史漫长,经历了从古生代至今各个地质时期的复杂变化,具有如下特点:

#### (1) 隆起区与沉降区的转化

早古生代时期,华南、华北、塔里木、准噶尔等大陆板块为海洋盆地所环绕,除其内部和边缘形成的分割型沉降盆地外,大部分克拉通区处于隆起剥蚀状态,成为当时的物源供给区,而大量接受沉积的场所是周围的海洋盆地;直到晚古生代—中生代早期,环绕诸大陆板块的海洋盆地收缩关闭、周缘造山带崛起形成,大陆克拉通地区才由相对隆起剥蚀区转化为统一的相对沉降区——克拉通转化盆地,接受来自于相邻造山带的剥蚀碎屑物沉积。

#### (2) 海—陆沉积环境、沉积条件的转化

早古生代时期,由于诸大陆板块为海洋盆地所环绕,大陆克拉通内部和边缘沉降盆地的形成,导致了海水的大规模侵进,出现了较大范围的陆表海、浅海沉积环境,接受了以海相为主的沉积,造就了我国古生代海相天然气雄厚的物质基础;随着晚古生代—中生代早期周缘造山带的相继形成,使大陆克拉通地区演变为内陆沉积盆地——克拉通转化盆地,沉积物由海相、海陆交互相逐步过渡为陆相,表明了克拉通转化盆地形成过程中沉积环境和沉积条件的转化。海陆交互相、陆相地层中富含有机质的泥质岩系、含煤岩系等是我国煤成气的主要源岩。

#### (3) 构造环境、构造格局、构造性质的转化

从整体构造动力学环境来看,早古生代,诸大陆板块处于裂谷化(拉张)环境,此时期大陆克拉通地区无论是内部还是边缘地带,张性构造发育,大地构造格局呈现陆—洋并列的体制。到晚古生代—中生代,随着洋盆收缩、关闭以及各陆块拼合、造山带形成,构造动力学环境发生了转化,由裂谷化环境转化为造山环境;伴随着克拉通转化盆地的形成,早期发育的张性构造也发生了性质反转,转变为挤压或走

滑挤压性质,并形成新的挤压或走滑—挤压构造;大地构造格局也同样发生变化,原来的隆起剥蚀区与拗陷沉积区互易其位,由陆—洋体制转化为盆—山体制。

由此可见,克拉通转化盆地是不同地质时期、不同构造动力学环境下形成的不同类型盆地的叠加或复合,因而也是富集多类型天然气资源的盆地类型之一。

## 3 结 语

综前所述,我国各类含气盆地的天然气地质条件差异极大。因此,对今后大中型气田勘探领域的选择应注意如下几个方面:

(1)在我国中西部地区,应加强克拉通转化盆地的天然气勘探工作。这类盆地具有面积大、构造稳定、圈闭类型众多、海相—海陆交互相—陆相气源岩发育、天然气来源广泛等特点,具有大中型气田勘探开发前景。

从盆地构造区带上讲,在注重盆地内部古隆起带勘探的同时,还要加强盆缘深拗陷的上倾斜坡带和冲断推覆体掩覆带的勘探,因为这里是早期古陆缘沉降盆地与后期前陆盆地叠置的区带,可以寻找到不同深度、不同类型的天然气资源。

从勘探深度上讲,在进行中、浅部天然气资源勘探的同时,要加强深部天然气的勘探研究工作,开辟更深远的找气领域。

从天然气类型上看,不仅要寻找和开发海陆交互相、陆相地层来源的天然气,而且还要加强海相碳酸盐岩天然气的勘探研究,因为海相碳酸盐岩有可能具有更雄厚的资源潜力。

从天然气圈闭类型看,既要注重中、浅部构造圈闭、岩性圈闭、地层圈闭和水动力圈闭等的勘探,还要重视深部异常温压条件下特殊圈闭类型(如岩体圈闭、差异应力圈闭、塑性流动层圈闭等)的勘探和研究,从而发掘出深部天然气的赋存规律。

(2)在我国东部地区,陆缘海裂谷盆地的天然气勘探应当加强。这类盆地虽然是新生代以来形成的,但盆地沉降幅度大、面积广,新生代沉积厚度数千米至上万米,海相烃源岩发育,存在大中型气田赖以赋存的雄厚物质基础,是寻找大中型气田的广阔领域。

而东部的中生代走滑—挤压盆地和中生代后期—新生代的陆内裂谷(拉张)盆地,分割性强,演化历史较短,在盆地的中新生代地层中只有寻找小而肥

的气田,寻找整装大中型气田的希望不大。但是广布于整个华北地区的古生代海相、海陆交互相烃源岩层,虽然遭到了后期构造运动的强烈分割,仍然可能形成联片的、由中小气田组合成的大型气区。

### 参 考 文 献

- 1 刘池洋. 后期改造强烈——中国沉积盆地的重要特点之一[J]. 石油与天然气地质, 1996, 17(4): 255~261
- 2 罗志立. 试论中国含油气盆地的形成和分类[A]. 见: 朱夏主编. 中国中生代盆地构造和演化论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1983
- 3 杨克明等. 中国西北地区板块构造与盆地类型[J]. 石油与天然气地质, 1992, 13(1): 47~56
- 4 刘和甫. 沉积盆地地球动力学分类及构造样式分析[J]. 地球科学—中国地质大学学报, 1993, 18(6): 699~724
- 5 陈发景. 含油气盆地地球动力学模式[J]. 地质论评, 1996, 42(4): 304~309
- 6 张恺. 论塔里木盆地类型、演化特征及含油气远景评价[J]. 石油与天然气地质, 1990, 11(1): 1~15
- 7 戴金星等. 中国大中型气田形成条件与分布规律[M]. 北京: 地质出版社, 1997
- 8 靳久强. 中国中西部前陆盆地的油气勘探[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(5): 11~14
- 9 戴金星. 天然气地质研究新进展[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997

## Dynamic Types and Geological Conditions of Gas-Bearing Basins in China

HUANG Hua-fang    LIU Zi-gui    ZHOU Xiao-feng

(Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, 730000)

### Abstract

On the basis of the theory of plate tectonics, according to the organic relationship between the successful model of basinal dynamic types and the geological conditions, main gas-bearing basins in China are classified into six groups and nine sub-groups comprising fifteen kinds by which the gas-bearing geological factors of all kinds of basins are studied, which show that in the east of China marginal sea have advantage geological conditions becoming middle or even big gas fields and intracontinental rift basins may find many small and middle gas fields some of which are possibly combined with each other so that they can form middle or big gas fields, that the important zones of middle or big gas fields in the west of China are craton transformed basins.

**Key words** gas-bearing basins tectonic dynamic types rifting environment orogenic environment