

高等学校教材

石油勘探构造分析

王燮培 费 琪 张家骅 编著

中国地质大学出版社

054543

高等学校教材



00477079

石油勘探构造分析

王燮培 费 琪 张家骅 编著



200289366

sy38/20



中国地质大学出版社

内 容 简 介

“石油勘探构造分析”是高等院校石油地质专业的重点专业课程之一,也是和当前生产实际联系最紧密的一门学科。作者结合十几年来的教学科研实践,以我国各油区大量实际资料、勘探经验和理论研究成果为基础,并广泛吸收国外最新构造理论和勘探成就,比较全面地论述了我国油气勘探工作中所经常遇到的构造分析的理论和工作方法问题,并力求反映出当前国内外油气勘探构造分析的现状和进展。本书重点讲授盆地内各次级构造单元的构造样式和油气聚集关系。全书分构造样式、生长构造、底辟构造、潜山披覆构造、扭动构造、逆冲断裂构造、反转构造、非构造圈闭和复合构造圈闭等章节讲授。为了适应教学需要,加强实践环节,本书将配以相应的实习、实验教材。

石油勘探构造分析

王燮培 费琪 张家骅 编著

责任编辑 贾晓青 段连秀

★

中国地质大学出版社出版

(武汉市 喻家山)

中国地质大学出版社印刷厂印刷 湖北省新华书店经销

★

开本 787×1092 1/16 印张 17.5 插页 1 字数 448 千字

1990年5月第1版 1990年5月第1次印刷

1991年5月第二次印刷 印数 2001—4000 册

ISBN 7-5825-0415-6/P·125 定价: 5.50 元

绪 言

构造地质条件的分析、研究在石油勘探工作的全过程中都至关重要。因为它不仅直接控制着油气的聚集,而且对沉积相带和生、储油层的空间分布也有着深刻的影响。可以认为,构造运动是影响和控制油气生成、运移、聚集、保存的最基本的地质因素。但是,石油构造分析涉及面极宽。不同的地质学家分析问题的着眼点、研究的范畴很不相同。不少著名地质学家从宏观上,从全球板块构造的角度探索油气资源的分布规律。更多的国内外学者、地质家则是从沉积和构造的相互作用、含油气盆地形成和演化的角度探讨油气生成和富集的构造地质条件。这无疑是当前石油勘探构造分析中的一个最重要的方面。地质力学的观点则是根据区域构造应力场的分析,阐述盆地的生成和展布规律以及控制油气运移、聚集、圈闭形成的力学机制。近年来,板块构造理论在石油勘探领域中的应用有了很大发展,突出表现在它已不再局限于宏观的区域大地构造分析以及以盆地作为基本构造单元的分析,而且已深入到盆地内次级油气聚集单元的研究。就是说,不同的板块构造部位可能会出现不同的有利于油气聚集的构造样式。尽管这方面的研究目前还比较粗略,但是力图把新理论更直接地应用于勘探实践是一个重要的发展趋向。T.P.Harding和J.D.Lowell是这方面研究的重要代表。

当前我国的石油勘探工作已进入了相当成熟的阶段。通过多年的勘探实践,我国广大石油地质工作者已经开始掌握并发展了适应我国石油地质条件的理论和方法,积累了丰富的经验。在板块构造理论研究的推动下,很多著名的石油地质学家、石油勘探工作者在含油区大地构造、区域构造和盆地分析方面正在进行研究,并已经作出了相当深入的分析和总结。但是,和前者相比较,对盆地内各次级构造单元(沉积凹陷、油气聚集带、油气圈闭)的研究则显得比较薄弱和局部,并缺乏全面系统的总结和理论认识上的进一步提高。尽管这方面已经取得了大量第一手资料和丰富经验,各个含油区也部分地进行了总结和分析,进一步加强这方面的研究,对认识盆地内油气富集规律、油藏形成特点以及次级构造单元的对比评价、勘探工作部署等方面,都具有重要的实际意义。

近年来,在“石油勘探构造分析”的教学工作中,深感作为石油地质专业的学生,不仅需要对不同类型沉积盆地以及更高级次的大地构造单元的地质特征、演化规律的基本理论有所了解,还需要对实际勘探工作中所接触的盆地内各次级构造单元类型、特征、成因机理、一般的空间分布规律以及研究工作方法有一定的认识,以避免重宏观的理论研究,轻具体的从第一性资料出发的实际分析能力的趋向,这样就更能适应从事石油勘探工作和理论研究的需要。

基于上述,本书重点放在沉积盆地内次级构造单元的石油构造地质条件分析上。

专门为石油地质专业的大学生和从事石油勘探工作人员编写的石油构造地质学类的教科书,过去出版的很少。1955年美国罗塞尔(W.L.Russell)曾著有《石油构造地质》(Structural Geology for Petroleum Geologists)。目前看来显然因资料陈旧,加之与《石油地质学》、《构造地质学》内容重复过多,已不适用当前的教学。1983年石油工业部培训中心冯石、张恺主编的《构造地质学》从我国的石油勘探实践出发,吸收了我国很多勘探成果,对

教学是很有益的。此后,美国石油地质家协会曾陆续出版了有关石油地质学方面的新进展专集《AAPG进修教程》(Continuing Education Course),其中很多集涉及石油构造分析,但均属专题性的。1983~1984年,A.W.Bally曾主编《构造样式的地震显示》地震剖面图集(Seismic Expression of Structural Styles),该图集以T.P.Harding和J.D.Lowell提出的构造样式的分类为基础,集中了大量的典型、精美的地震剖面,并附以简要的说明,为石油地质工作人员提供极好的参考资料。1985年J.D.Lowell出版了《石油勘探中的构造样式》(Structural Styles in Petroleum Exploration)。该书以丰富的资料和图件对石油勘探中的各种构造样式作了全面的精炼的阐述。是当前国外出版的最新的极有实用价值的教科书性质的专著。对上述著作本书尽力吸取了我们认为适用的部分。

本教科书是在《石油天然气地质学》和《构造地质学》基础上编写的。可以说是构造地质学在石油地质领域的延续。因此,尽量避免内容上的重复。

为了适应教学的需要,书中尽量采用实际的勘探资料。但限于我国公开发表的资料较少以及其它原因,本书引用国外资料较多。

本书全文共九章,编写分工为:第一、七、八章由费琪编写;第三、四、六章由张家骅编写;第二、五、九章、绪言和结束语由王燮培编写,全书由王燮培统稿、定稿。

此外,为了加强实践环节,本书将配以相应的实习、实验教材。

在本书编写过程中,承蒙石油工业部石油勘探开发研究院李德生教授、西北大学地质系汤锡元教授审阅了全稿,提出了详尽的修改意见,并提供很有价值的资料和图件。本书多处引用了他们的以及冯石教授的成果。除在书中具体注明外,在这里一并致谢。

限于编者的水平,书中可能存在的缺点错误,诚恳地期望读者给予指正。

作 者

1989年3月

构造地质学 目 录

绪 言

第一章 石油勘探中的构造样式	(1)
一、构造样式的概念和分类.....	(1)
二、基底卷入型构造样式.....	(4)
三、盖层滑脱型构造样式.....	(14)
四、构造样式的叠加.....	(19)
第二章 生长断裂和油气聚集	(21)
一、生长断裂的一般概念.....	(22)
二、生长断层的几个同义词.....	(23)
三、生长断层的基本特征.....	(25)
四、生长断裂的成因和类型.....	(34)
五、生长断裂和油气聚集的关系.....	(53)
六、生长断裂的某些研究方法.....	(68)
七、生长背斜的基本特征.....	(78)
八、生长背斜特征的分析.....	(79)
九、生长背斜与油气聚集的关系.....	(84)
第三章 底辟构造	(85)
一、底辟构造的概念及其分类.....	(85)
二、盐底辟构造.....	(86)
三、泥底辟构造.....	(105)
四、岩浆底辟构造.....	(109)
五、中国东部地区底辟构造的主要类型和基本特征.....	(112)
第四章 沉积压实、异常地层压力与构造的关系	(118)
一、压实作用和异常地层压力的概念.....	(118)
二、异常流体压力的定量计算和泥岩塑性的确定.....	(120)
三、沉积压实作用、异常流体压力与构造的关系.....	(127)
第五章 扭动构造和油气聚集	(132)
一、概述.....	(132)
二、扭动构造的应力场.....	(133)
三、Moody和Hill的扭动构造体系简介.....	(137)
四、扭动构造的基本特征.....	(140)
五、我国扭动构造带中花状构造显示的实例分析.....	(151)
六、走滑断裂带中的拉分盆地.....	(157)
七、扭动构造和油气聚集.....	(163)

八、结束语	(172)
第六章 潜山披覆构造	(174)
一、基本概念及潜山披覆构造在油气勘探中的意义	(174)
二、潜山披覆构造的基本类型和主要特征	(175)
三、潜山披覆构造的成因	(179)
四、潜山披覆构造与油气的关系	(180)
第七章 逆冲断裂带	(184)
一、概述	(184)
二、逆冲断裂带的基本特征	(193)
三、逆冲断层的形成机制	(204)
四、逆冲断裂带的油气勘探	(217)
五、逆冲断裂带的含油气性	(228)
第八章 复合油气田	(239)
一、非构造圈闭	(239)
二、复合油气田	(248)
第九章 反转构造	(255)
一、反转构造概述	(255)
二、反转构造的特征及应力分析实例	(256)
三、反转构造的模拟研究	(265)
四、构造反转与油气聚集	(268)
五、结论	(268)
主要参考文献	(269)

第一章 石油勘探中的构造样式

石油地质学家们很久以来就认识到,地球上众多的含油气盆地以及盆地内不同级次、不同规模的构造、油气聚集带和油气圈闭,虽然形态、结构和聚油特点上千差万别,但是它们都不是孤立存在的,相互间往往有成因联系,空间分布上也是有规律可循的。

为了在分章阐述各种油气聚集构造类型的基本特征和形成机制之前,对它们的区域构造控制因素和分布规律有一个总体的概念,作者在本章中将着重介绍 T.P.Harding 和 J.D.Lowell 的构造样式的概念和构造样式的分类。由于这一分类把近代板块构造理论研究引入到实际的油气勘探领域,把盆地构造和盆地内油气圈闭的构造研究与板块构造的部位、性质和演化紧密地联系在一起,从而使油气聚集的构造分析,在认识上大大提高了一步。因此,介绍这一分类,无论理论上或实践上都是有价值的。

一、构造样式的概念和分类

构造地质研究中,所研究的对象往往不是某一个个别的地质构造,而是一组有着一系列共同特点和规律的构造组合。这是因为任何一个特定的地质构造,如一条断层、一个背斜,只要仔细分析就会发现它们的几何形态、发育历史都有某些差异。但是,从大区域范围来看,这些局部构造往往在剖面形态、平面展布、排列、应力机制上相互间有着密切联系,形成特定的构造组合,即所谓构造样式(Structural styles)。变形条件相似的地区,其构造组合也类似。因此,构造样式就是同一期构造变形或同一应力作用下所产生的构造的总和。

不同的构造样式伴生有不同的油气圈闭类型。按照这样的思路和比较大地构造学的方法,就可以在石油勘探新区资料较少的情况下,去认识和预测含油区中可能出现的构造样式及有关的油气圈闭类型。这对指导油气勘探工作具有十分重要的实际意义。

过去,地质学家们曾提出过几种不同的构造样式的分类方案。但是这些分类中都没有明确考虑沉积盆地内的深层地下构造以及其伴生的油气圈闭。有些曾经一度流行的方案,如苏联的别洛乌索夫(1959)提出的以垂直运动为基础的分类方案,只是一种以有限形变机制为依据的形态分类,因而是不够完善的,在石油勘探的应用上受到了限制,近年来,随着板块构造理论研究的深入,成功地把地壳的形变过程和岩石圈板块运动联系起来,形成了一个全球性的统一概念。这样,构造样式的分类就有了更全面、更深刻的依据。

本书主要参考了 T.P.Harding 及 J.D.Lowell(1979)提出的分类方案。该分类最大的优点是将板块构造的分析和油气勘探紧密结合,明确提出了各种构造样式在板块构造中主要发育部位以及鉴别准则,并阐述了影响构造样式形态和产状变化的因素。因此,它是诸多分类中较好的一种方案。

Harding 的分类方案首先强调基底是否卷入,即沉积盖层的变形是否受基底构造的控制,把它作为分类的一级标志。据此,将构造分为基底卷入型和盖层滑脱型两大类。在此基

础上, 又根据形变的力学性质和应力传递方式进一步细分为八种基本构造样式, 详见表1-1。

基底是一个相对的概念, 是指不整合在某时期沉积盆地以下的地层。例如中、新生界盆地的基底, 应为前中生界地层, 包括古生界的沉积岩、岩浆岩以至更古老的变质岩, 它的机械强度和岩层结构差异很大。对于石油勘探来说, 基底卷入程度是很关键的。因为它不仅表明构造演化的机制, 而且, 还大致说明了盆地中油气圈闭所影响、所包括的沉积厚度。

基底卷入型构造样式包括: 扭性断层组合、压性断块和基底逆冲、张性断块和翘曲 (Warps);

盖层滑脱型构造样式有: 滑脱逆冲-褶皱组合、滑脱正断层 (包括“生长断层”)、盐底辟构造和泥底辟构造等。

以上这些基本的构造样式是在板块构造的巨大格架上产生的, 在某些情况下, 也和特定的沉积史有关, 但沉积史归根到底取决于板块运动, 所以, 大多数构造样式都优先出现在板块构造的特定部位。板块构造部位可分成板内和板块边缘两大类, 后者又可分成汇聚边缘、离散边缘及转换边缘三类。基本构造样式的常见板块构造部位见表1-1。

以上划分出的构造样式, 具有明确的典型特征, 可以作为典型构造样式看待。但具体地区的实际的构造样式则可能是上述基本构造样式的过渡类型, 或几种典型样式的混合型。Harding等认为, 一个地区的构造样式经常由于当地岩层的变化 (如岩石的可塑性、原始结构等方面的差异, 所经历的构造事件, 包括强度、延续时间和期次的不同) 而有所不同。此外, 还可能由于本质上不同的构造变动的叠加而进一步复杂化。所有这些原因, 都使构造样式的识别变得相当困难。但是, 只要熟悉以上基本类型, 结合当地地震、地质资料, 通过认真的分析、对比, 构造样式是可以鉴别的。

鉴别构造样式的基本准则是局部构造的平面和剖面形态以及这些构造平面展布特征, 特别是沿走向排列上的重大差异。由于构造组合及其识别标志并不是一一对应的, 尤其是鉴别工作往往要在早期资料不足的条件下进行, 所以相当困难。但构造样式确定的正确与否, 直接关系到油气勘探方案的选择, 这种鉴别工作是必不可少的。根据前人总结与实际经验, 鉴别构造样式要特别注意以下几点:

- (1) 识别关键性的构造特征。如褶皱和断层的雁行排列、正断层下降盘的逆牵引现象。
- (2) 构造在走向排列上局部的重大变化。
- (3) 注意总体的区域构造格局。

T.P.Harding 和 J.D.Lowell列举了十种最常见的构造特征:

(1) 拖曳褶皱——沉积岩受断层的拖曳形成的褶皱, 显然, 压性逆断层、张性正断层、剪切平移断层的拖曳褶皱是有明显差别的。

(2) 披覆褶皱——由于下部坚硬岩层 (常为基底断块) 的存在, 迫使上部沉积中形成褶皱, 即所谓“强制褶皱” (Forced fold)。这和我石油地质界经常谈到的、在古地形隆起之上由于差异压实作用造成的背斜是不同的。

(3) 雁列构造——包括断裂和褶皱, 它们是一系列相互平行的叠覆构造, 本身相互平行, 但与总体的构造形变带走向斜交。

(4) 网格状构造——在区域范围内, 平面上构造线成组的相互交切, 呈“锯齿状”或“之”字形。

(5) 不规则构造带——局部构造成群地集中分布, 但空间排列、走向延伸没有规律。

(6) 平行构造带——相似的构造单元平行排列, 有的地方构造间隔很近, 平面上呈凹、凸

相同的波状条带，并弯曲成扇形地带（Saliant，与应力方向同向的突出部分）和凹港状地带（Reentrant，与应力方向相反的凹入部分）。

(7)侧列式（Relay）构造带——不连续的叠覆构造单元，本身相互平行，与总体形变带走向也平行。

(8)孤立型构造——呈孤立的、单独的形式存在，一般不和其它相似的构造排列在一起。

(9)天窗式构造（Trap-door）——由两组断层相交形成的断块，夹持在两条断层之间断块为最高隆起部位。大体上相当于我们所说的墙角断块。

(10)带状构造——不连续的狭长构造带，局部走向可能和一个地区的主要构造走向平行、斜交或垂直。

上述构造特征实际上只是几个实例，并不能概括所有典型构造特征。地质力学中所提出的一系列构造型式（“入”字型、“多”字型以至旋转构造等）均属之。

不同构造样式造成了不同类型的油气圈闭条件，例如，扭性构造组合主要的油气圈闭类型是雁列背斜，有的地方扭性断层本身亦能形成圈闭。压性与张性断裂型式通常具有多次重复出现的走向带，它们连结成锯齿形和“之”字形或其它网格型式，主要的圈闭类型是断层圈闭和断块边界上方的披覆褶皱。基底翘曲（穹隆、隆起等）大多是孤立的构造形态，通常为宽缓的褶皱圈闭，由于长期的继承性隆起而有利于油气的聚集。

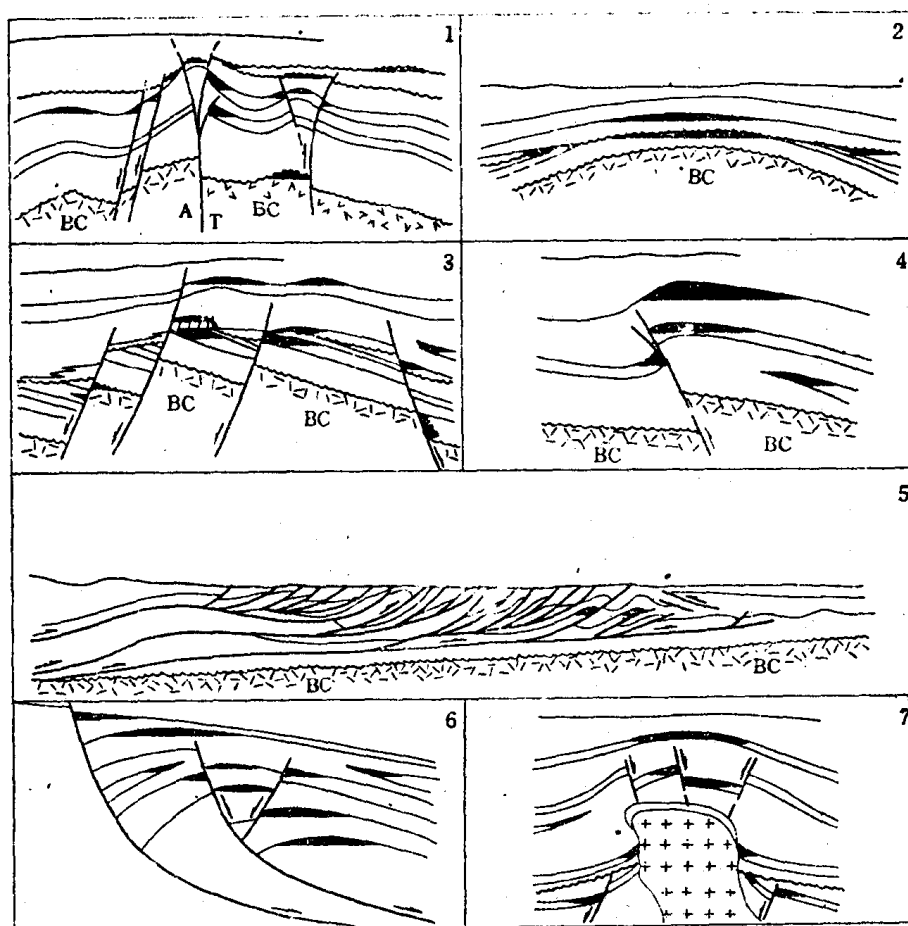


图1-1 沉积盆地中与构造样式伴生的最常见的油气圈闭（以黑色表示）示意图

1. 扭性断层 2. 隆起、穹隆 3. 张性断块 4. 压性断块 5. 逆冲-褶皱 6. 滑脱型正断层
7. 盐岩构造 BC. 基底

大部分滑脱型逆冲褶皱构造都呈弯曲的狭长构造带，并以紧密间距的波状条带形式重复出现。此时有效的圈闭位于轻微—中等破坏的挤压背斜、逆冲断片的前沿等处。大多数滑脱正断层都是铲形断层，这些断层出现在沉积作用的尖灭带，故其走向与沉积作用的走向平行，其主要的油气圈闭类型是沿主断层下降盘分布的伴生的滚动背斜。盐岩构造和泥岩构造是由于浮力作用上升而形成的岩枕、岩丘、岩脊等，或者受构造力的作用而形成形态极其复杂的挤入构造（底辟构造）。

最后还应指出，地层因素，如剥蚀、尖灭、超覆、不整合等都可能叠加在所有构造样式之上，使圈闭类型更加复杂、多样。

图1-1所示为几种基本构造样式及其油气圈闭的理想模型。

二、基底卷入型构造样式

1. 扭性断层组合

扭性断层组合形成的主要构造环境是板块的转换边缘，但是离散边缘和汇聚边缘也是很重要的发育部位（表1-1、图1-2、图1-3）。

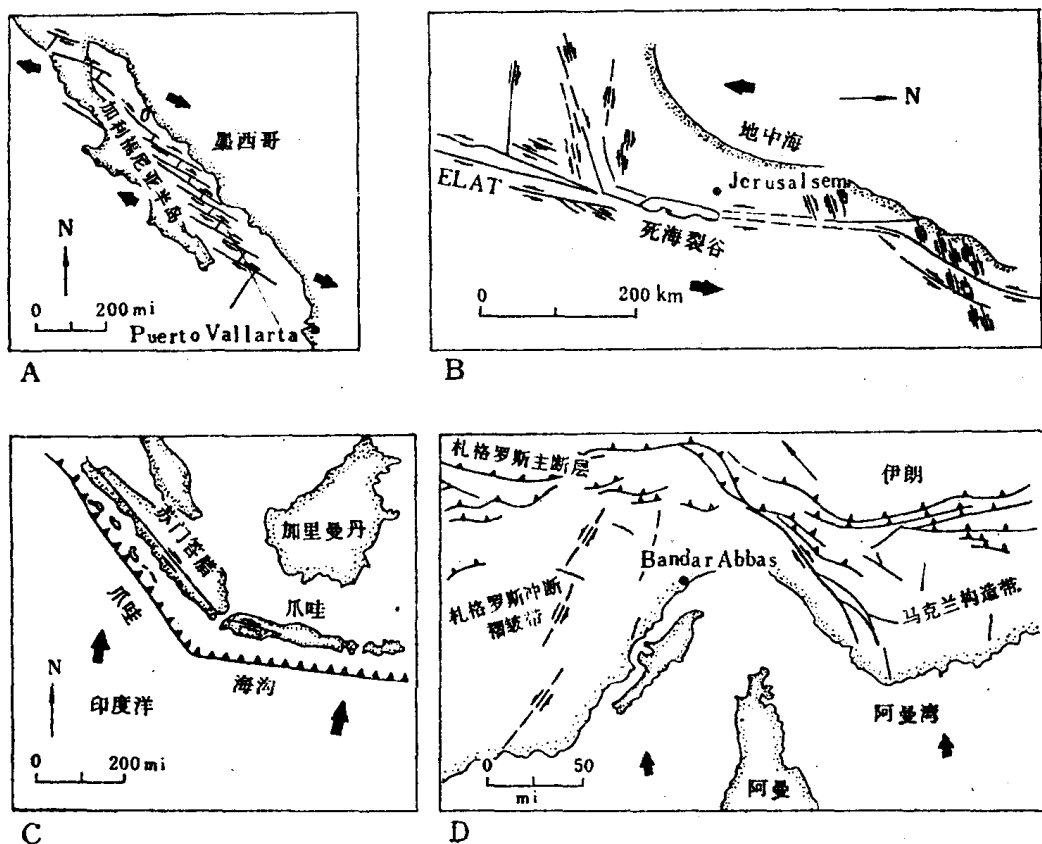


图1-2 扭动断层典型实例

(据J.D.Lowell, 1985)

- A. 加利福尼亚湾平行转换断层系 B. 死海不对称的主要转换断层系 C. 西印度尼西亚纵向扭动断层系
D. 伊朗东南部斜向扭动断层系 箭头表示推断的板块运动方向

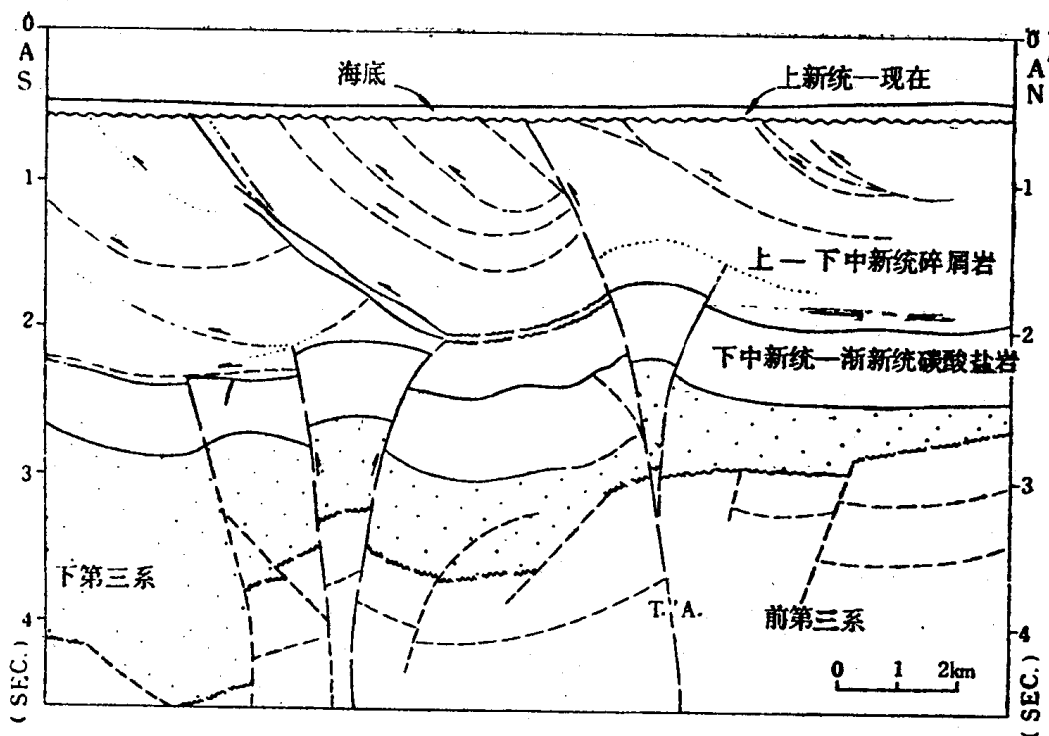


图1-3 扭动断层的剖面特征
(据Roberts)

在转换边缘上，岩石圈板块之间的擦边运动正好产生这种构造样式所需的力偶，在这种情况下，走向滑动通常沿整个平行断层组分布（图1-2A），或集中于一条单个的主扭断上层（图1-2B）。当转换断层切过洋壳离散边缘时，可使扩张轴错断；当转换断层切过陆壳离散边缘时，就能造成具有不同沉积史的次级盆地，如沿西非和东格陵兰大陆架分布的盆地。

主扭断层也可以和汇聚板块边缘近似平行的发育（图1-2C），这是由于板块侵入方向偏斜造成的。这些断层都是纵向扭断层，而且均处于造山带或岩浆弧的轴部。我国东部的郯庐断裂，走向近于SN，大致与太平洋板块边缘平行，连绵数千公里，就是这类扭性断裂的代表，我国东部的火山活动、地震灾害及一些油气盆地，均与这一大型扭性断裂密切相关。

主扭断层也可以和汇聚边缘斜交（图1-2D），此时叫做“斜向扭性断层”。这种断层多存在于造山带和前陆地区。其中许多断层的型式和位移方向都符合共轭剪切体系。但前陆地区扭动断层的位移较走滑断层和纵向断层为小，伴生构造分布也不很广泛。

扭性断层在陆壳离散边缘和板块内地堑系统中发育的可能性较小，板块内部产生的机会最小。板块内扭动断层通常以单条形式出现，而且位移小，伴生的构造也少。

与扭断层伴生的构造比任何其它构造样式的伴生构造都多，而且这些构造对别的样式来说也是基本的构造要素。扭性构造组合同时可有压性和张性特征，据此可分成三类：①没有明显的压性与张性特征，比较单纯的扭性，称为走向扭动。②伴有以挤压为主的特征，叫做汇聚扭动。③伴有以拉张为主的特征，叫做离散扭动。以上三类取决于侧向运动块体的排列方式及其边界与区域板块的相对运动方向。

因为扭性断层组合中构造的多样性，使这一样式很容易与其它构造样式相混，在没有直接的水平错断资料的地区，有下面两个特征可用来初步鉴别扭性断层：①平面上的雁行式排列特征；②构造局限在连续而狭窄的线性构造带内。

扭断裂在剖面上的识别比较困难。近年来, 随着花状构造在地震剖面中和地表被识别, 对鉴别扭断层有极大的帮助。

美国加利福尼亚圣安德烈斯断层和我国西北的阿尔金断裂均是典型的扭断裂系。阿尔金断裂是我国周边印度板块与欧亚板块共同作用的结果, 该断裂左旋位移最大距离400 km, 对西北地区的油气盆地, 特别是中新世代的盆地发育与破坏, 有重大影响。

扭性断层三种亚类能构成多种类型的油气圈闭, 其中最有利的是与雁列褶皱有关的圈闭, 其次, 像雁列正断块、逆冲断层下的地层截断部位和花状构造本身都是有效的圈闭。

2. 压性断块和基底逆冲断层

这两类构造样式主要出现在汇聚板块边缘。压性断块分布主要限于前陆区, 所以相当局限, 而基底逆冲断层则可广泛发育在前陆区、造山带和海沟向陆一侧斜坡上(表1-1)。在前陆区, 这二者似乎是渐变过渡的。

在汇聚边缘有两种前陆区, 弧后前陆区和边缘前陆区。前者位于岩浆火山弧和克拉通之间, 常具有连接板块内部或克拉通的逆冲褶皱带(安底斯型或科迪勒拉型)。边缘前陆区是由于大陆碰撞而发展来的, 位于岩浆火山弧与原先的海沟之间(碰撞型或喜马拉雅型), 褶皱和逆冲断层是向着板块边缘或早期海沟方向的。

压性断块是由岩石圈板块向下俯冲造成的挤压力产生的, 图1-4为地震剖面上的表现形

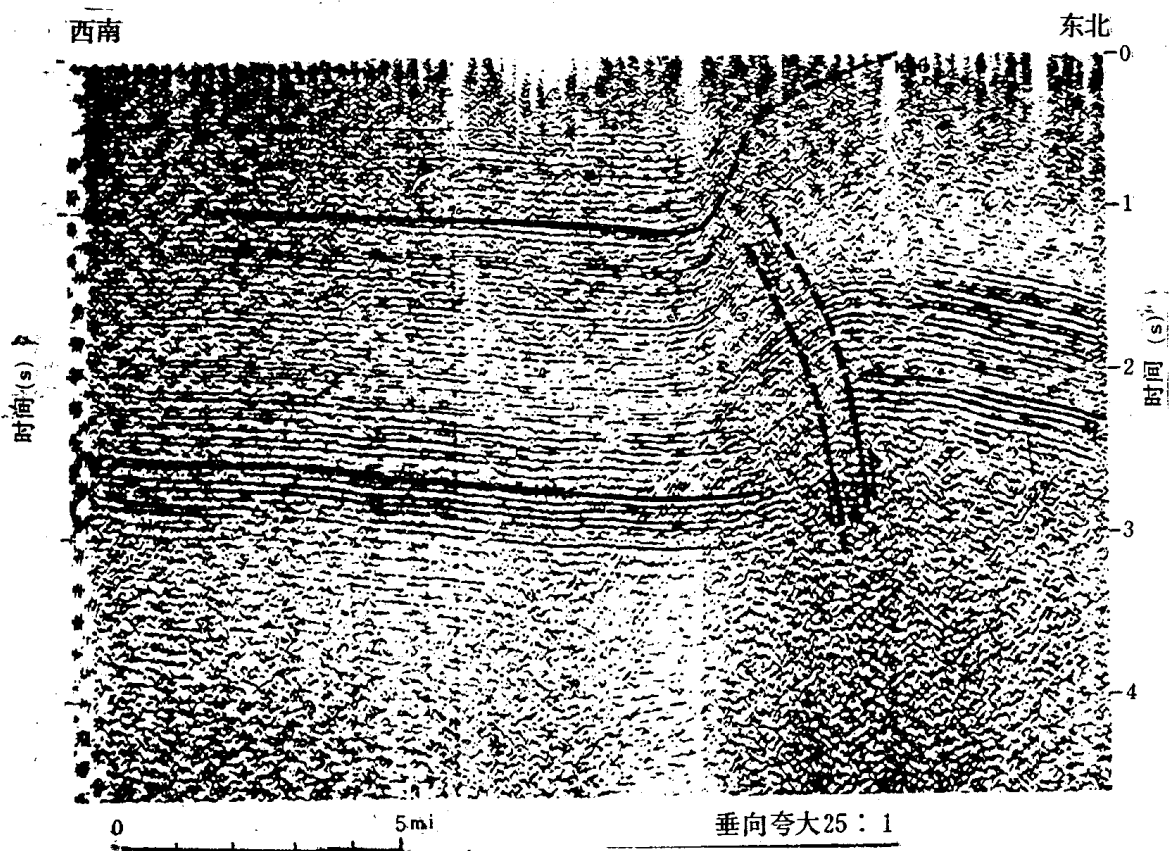


图1-4 基底卷入型压性断层

(据J.D.Lowell, 1985)

式。压性断块上的反向位移(逆断)是由于断块受到俯冲下去的岩石圈板片的浮力或实际与其接触所致。所以, 深部板片的范围应该控制着前陆区构造的展布区域。地壳由于受热而变得脆弱也是形成压性断块的原因之一。

在讨论压性断块时, 需要特别注意基底最顶部和沉积盖层的构造形态, 因为油气圈闭就

发育在其中。压性断块在这些层位上的边界断层面可以从近乎直立变到低角度的逆冲断层，特别是在构造起伏较大的地带尤为突出。近乎直立的断层面可以有逆断层或偶有正断层的片断。断块边界断层也可以有一些次一级的走向滑动分量。

从剖面上看（图1-4），在较高的构造层位上，可以分出一个三重垂直分带现象，进一步显示出这一样式的断块形态。在接近基底顶部处是一个倾斜断块，中间部位是一个陡倾的拖曳褶皱，在较浅处未受侵蚀部位则发育一个平缓的披覆褶皱或翘起的单斜构造。在剖面上，断块像是旋转了的断片，其伴生的挠曲是不对称的，对称的挠曲很少见。

从内部看，单个构造由简单到复杂，在挠曲断块边界一翼的下倾方向上可以看到平行构造轴的大型正断层，顶部的次级正断层，包括纵向、横向，在某些披覆挠曲上是很常见的。有些横向断层具有走滑分量，错断了翘曲轴，并多以高角度终止在断块边界上。它们也可以看成是切入基底的掀断层，使断层边界错开。

在挤压变形区，区别断块作用与滑脱逆冲作用和聚合型扭动作用是很关键的，如果资料不足，则区别起来可能很难，特别是在那些以逆冲断层为主构成多种样式的地区更是如此。从区域上看，断块构造的网格状格局明显不同于通常的逆冲-褶皱带的波状形态，网格状格局与扭动带的直线贯通式主断层和雁列式构造也有明显区别。天窗式构造群和“之”字形块断层是挤压断块作用的特殊标志，在转换边缘上发育的上冲断层方向比较单一，且伴有雁列褶皱，而压性断块的断层往往较浅、倾角较陡。

一般地说，在横断面上，扭动构造组合和逆冲-褶皱带的褶皱形态与断块构造的旋转断片和单斜阶梯状外貌是不一样的（图1-5），后者明显不对称，而扭动作用伴生的褶皱则常常是对称的。

识别压性断块和张性断块的主要标志是断块边界断层的特征。压性断块除有明显的挤压特征外，还有较陡的挠曲。

在洛基山前陆区西得克萨斯的二叠纪盆地及厄瓜多尔的奥速特省，压性断块形成了富含油气的圈闭。个别的圈闭包括披覆背斜的高点、墙角构造、断鼻以及次级翘曲和次级断层。此外，紧靠断块边界断层封闭的地下逆冲翘曲和各种伴生的地层圈闭中也可能产油。

汇聚板块环境中的基底逆冲断层，由于发生了超高温、高压的复杂形变，所以没有找油远景。

我国广大的西北地区，压性断块与基底逆冲广泛发育，如祁连山北麓的玉门油田，新疆的克拉玛依油田，都受到了新生代以来逆冲作用的改造。深入研究这类构造样式的发育规律和储油特征，对我国西北地区的石油勘查具有重大现实意义。

3. 张性断块

张性断块以正断层的广泛发育为特征。正断层作为次级构造可以存在于所有其它构造样式中，然而，在某些构造组合和构造部位中，区域性深层正断层占有主导地位，正是这种区域性深层正断层，才构成了独立的张性断块样式。这种样式可能是所有样式中分布最广的一种。它可以在离散边缘的各个发展阶段上产生，从最初的地壳抬升，初发裂谷，拗拉谷到边缘海，扩张中心以至被动边缘均可形成。在板块内部的某些地区也可见到。

在剖面上看，正断层是最简单的样式之一，但在平面上，它的形式却变化很大，难以预测。

当岩石圈受到拉张时，必定要产生一系列正断层，图1-6归纳了构造地质学家提出的四种模型。这四种模型的共同点是深部有一个塑性形变带，上部为脆性形变带。正断层发生在

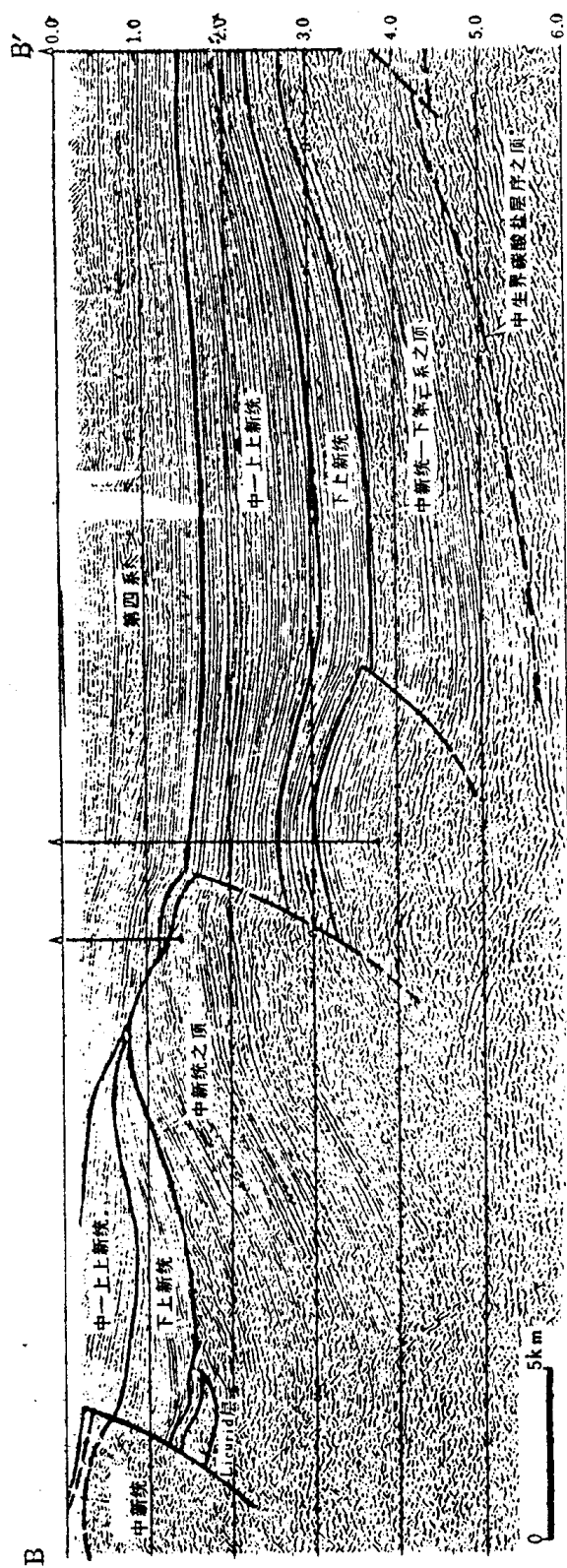


图1-5 基底逆冲断层
(据Pieris, 1983)

1/8

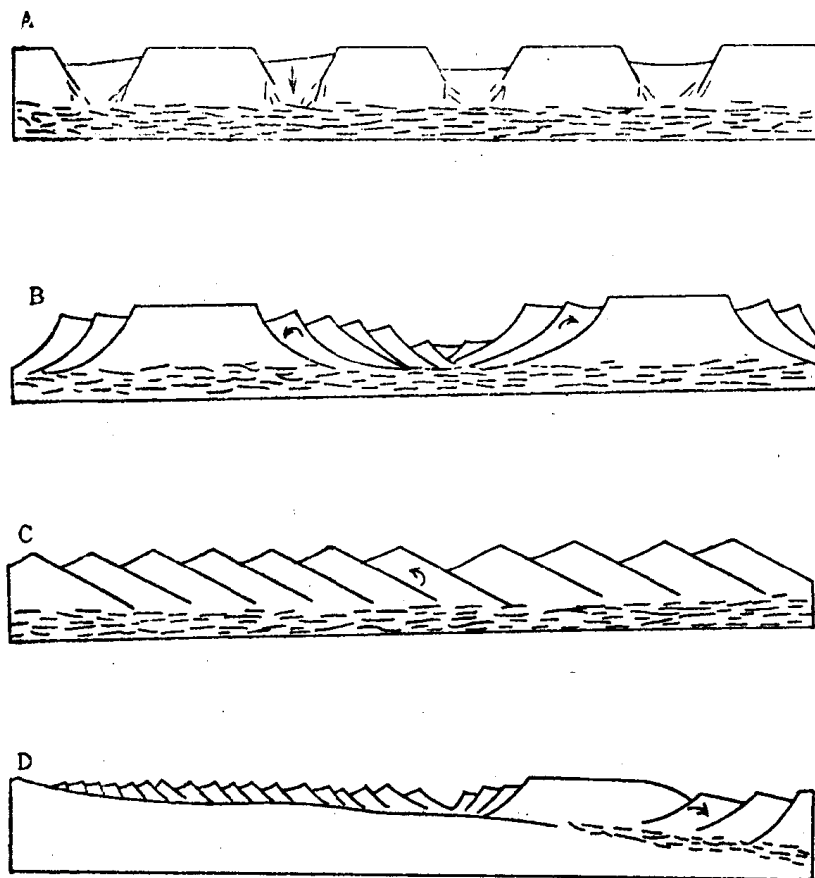


图1-6 张性断层模型

A. 平直正断层 B. 犁式正断层 C. 骨牌式正断层 D. 低角度滑脱断层带

脆性带而吸收于塑性带。近代地震反射法与折射法已证明在下部地壳中有一低速带存在，可能就是塑性带。四种模型的不同点是断层向着塑性层消失的方式不同。根据地震资料，犁式正断层比较符合实际情况，而且通常形成不对称的半地堑式构造组合。

苏伊士湾（图1-7）可以作为板块内地堑和离散边缘各个发展阶段上的基本样式代表。在苏伊土地堑中，区域性断层明显地具有多种走向，形成一个网格状交叉系统，同时，也具有具锯齿形斜切边界的断块和侧列式的纵向断层。其中任何一种都既可以孤立产生也可以成组出现。图1-7表明，断层走向以平行地堑总的走向为主，与区域性走向斜交的两个主要方向的斜交断层也很重要，两组断层发育程度大体相等。区域性横断层少见。盆地中还发育着两类正断层，下降盘向着盆地中心方向下掉的断层叫做同向断层，下降盘背向盆地中心方向下掉的断层叫做反向断层，无论这两类断层位移量是大是小，它们的线性排列型式是相似的。不同时期的正断层叠加，使构造格局更为复杂。

区域规模上，正断层形成的板内裂谷系，其复杂程度可以从简单的直线断陷到具有许多分支或“之”字形的地堑。离散板块边缘的形态主要是继承了早期板块内裂谷的走向。

纵断层的频频出现似乎符合正断层走向与区域拉张应力方向垂直这一基本概念，斜列断层则不然，它们切过断层边角，使相切的两侧同等隆起，并且似乎与侧列式构造联合形成一个统一的地堑沉降体系，因此，各种不同方向的断裂在某些地区看起来象是同期的，这种格

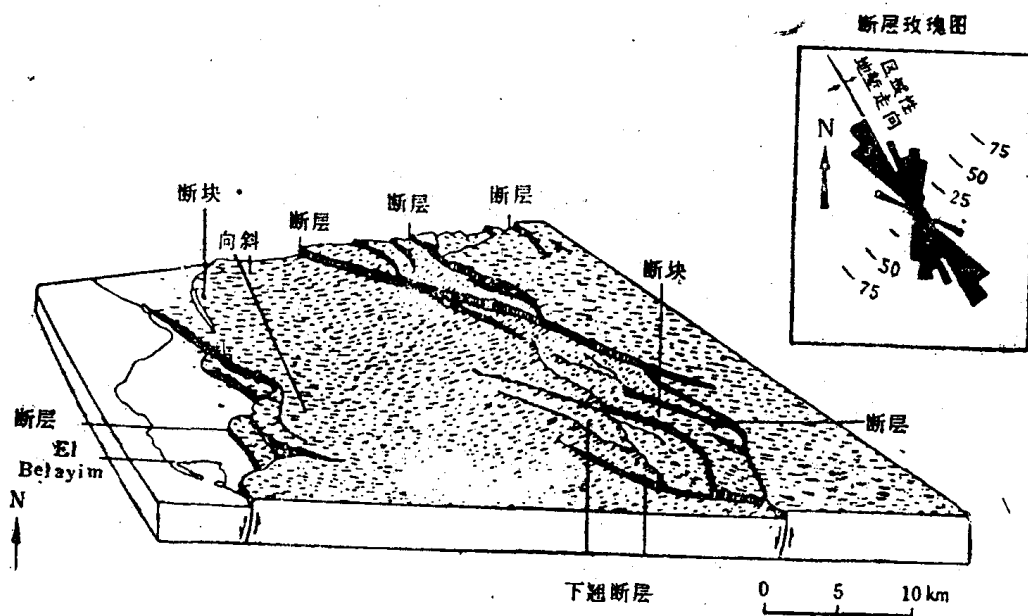


图1-7 离散边缘的张性断块
(据Robson, 1971)

局并不能用多期拉张来解释。Reches在理论上也得到了类似的结论，他使用一次受力形变构造模拟实验再现了多方向的倾向滑动格局，所以，这种多方向的正断裂系统或许是拉张破裂的基本结果，无须多期活动就能造成。

斜列断层在平面上交角约为 60° ，所以曾经把它们看成是共轭走滑断层。可是，苏伊士湾地区和其它地方的地面填图及地下资料表明，这些断层没有很大的走向滑动。所以有人推测这些斜向断层是继承了早期存在的地壳薄弱带。

在剖面上，这类样式以不对称断块为特征——一侧陡倾斜，以铲形正断层为界，另一侧缓倾，倾角变化稳定。

在某些地堑剖面上，显示出块断旋转，向地堑轴部（图1-8）或向半地堑的一侧阶梯状下落。有的剖面上，同向断层与反向断层均发生旋转，从而造成基底面的深度和倾斜度的不同。有些地堑系统发育时间较长，造成靠断裂一侧地层明显增厚，另一侧向上收敛，属生长的半地堑构造。

犁式正断层使单个断块旋转，在断层下降盘形成逆牵引。当逆牵引与区域地层倾向相反时，则在下降盘形成类似于滑脱正断层上盘的滚动构造，铲形断层的多期活动使断块强烈旋转，可是，铲形断层产生的旋转作用即使在相邻的块断上也并不总是很明显的。很可能这是位移大小不同和断层面变缓的深度不同所致。位移越小，断层面变缓的部位越深，断层下降盘的旋转就越不明显。

斜断层和纵断层倾向可以向着地堑轴，也可背向地堑轴，这就使横剖面进一步复杂化。不同断层组相互交切，造成了剖面上断块旋转量的不等，从而使构造在横向上不再连续。同样，断块旋转也可以受断裂作用后裂谷系整体下沉的改造。

许多地区，沉积盖层披覆在断块边缘上（图1-9）。在断层下降盘与断块倾斜方向相反的地区，在上升盘形成平行于断层的反向拖曳构造。由于控制披覆构造的断层是网格状的，所以披覆构造的方向性极为复杂。在下降盘也出现逆牵引的地区，地堑构造可以同时包括下降盘和上升盘的倾向反转的混合现象。