

# 超压盆地 与油气分布

马启富 陈斯忠 张启明

编著

郭水生 王善书



地质出版社

# 超压盆地与油气分布

马启富 陈斯忠 张启明 郭水生 王善书 编著

地质出版社

· 北 京 ·

## 内 容 简 介

本书是一本专门讨论超压地质体与油气分布规律的专著。作者通过对国内外主要大型油气田的考察与调研,经过深入细致的分析,对超压地质体的成因进行了讨论,并对超压带进行了划分,还进一步讨论了超压对生烃的抑制作用,孔隙流体和盖层对超压带油气的富集作用,最后得出低势区是油气运聚的主要场所,超压过渡带是找油气的有利地带的结论。本书的出版无疑对指导今后在超压盆地找油气工作有重要意义。

### 图书在版编目(CIP)数据

超压盆地与油气分布/马启富等编著.-北京:地质出版社,2000.2  
ISBN 7-116-03024-7

I. 超… II. 马… III. 超压-含油气盆地-油气藏-形成-研究 IV. P618.130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第57332号

### 地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路29号)

责任编辑:江晓庆 白 铁 王文孝

责任校对:范 义

\*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张:16.5 字数:402000

2000年2月北京第一版·2000年2月北京第一次印刷

印数:1—900册 定价:60.00元

ISBN 7-116-03024-7  
P·2092

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

# 序

在世界范围内，随着油气勘探工作的不断发展，越来越多的超压盆地陆续地被揭露出来。据统计，世界上已经有 180 个超压盆地，中国已发现了 30 多个地区或盆地具有超压层系。近年来，无论是在北海盆地还是在墨西哥湾盆地，都在超压层系内找到了大量的油气，而且勘探成功率不断提高。为进一步扩大油气储量，研究超压盆地中超压与油气的关系，探讨超压盆地油气分布与聚集规律，指导超压盆地找油找气是当前地学和石油地质学的一个重大课题。为适应石油工业发展的需要，该专著在前人研究的基础上，结合沿海大陆架区超压盆地油气勘探的实践经验，探讨超压与油气关系，对今后的油气勘探具有重要的指导作用。

现代文献中经常出现的 overpressure, geopressure, high pressure 等均指超压。地层中流体超压是与地层正常静水柱压力对比而言的，凡超过静水柱压力者即称之为超压（见该专著孔隙压力分类表），低于静水柱压力者称之为负压。本专著专门讨论超压与油气的关系问题。

超压现象很早就被人们注意到了。早在 30 年代，Athy, L. F. 就开始研究压实作用；40~50 年代，随着油气勘探活动的不断加深与扩大，发现的超压盆地越来越多，Diekinson, G (1953 年) 解释了美国海湾区异常压力地质概况；以后，超压在油气地质勘探与研究中的意义和地位不断提高。许多学者从各自专业角度，探讨超压形成机制，如温度产生孔隙压力 (Bar Ker, 1972)，快速负载 (欠压实) (Rubey W. W. 等 1959)，粘土矿物转化 (Power, 1967)，干酪根成烃 (Moper, 1978)，水热增压 (Barker, 1972)，以及渗透增压 (Han shaw, 1965) 等诸多因素均可引起高压，企图从成因上寻找超压形成及分布规律。60~70 年代，由于石油钻井钻遇高压地层后经常发生井喷、井漏等突发事件，许多石油公司非常重视压力预测技术。1965 年，Hottmen, C. E. 和 Johnson, R. K. 将异常压力的压实理论应用于湾岸地区，起初是用各项钻井资料预测高压出现的位置 (Eaton, B. A. 等人, 1969 年)，以后发展到用电测资料预测高压 (Harold, H. Ham, 1966 年；McGregor, J. R., 1965 年；Thomeer, J. H.)。至 80 年代，由于地震勘探技术的发展，采用地震方法预测压力，使钻井过程中的压力预测更加完善，结果更加准确 (Edward, B. R., 1970, 1973 年)。1972 年，Fertl, W. H. 和 Rehm, B. 研究认为，超压不仅仅是在美洲大陆上存在，超压盆地几乎分布在全世界五大洲及沿海地区 34 个国家。这就迫使石油勘探家们不得不面对超压这个与常压盆地或盆地中的常压层系的石油地质特点完全不同的新领域，研究超压盆地或层系油气分布规律。最早探讨超压与油气关系的有 Fertl, W. H. 及 Timko, D. H. (1972 年)。他们在美国 AAPG 杂志上发表了题为“地压梯度与烃类聚集的关系”一文。他们根据美国湾岸地区 60 多口钻井压力与温度的关系划分出烃和水、气以及水 (水溶气) 3 个区，并指出井下温度越高，压力越大，越接近水区。1990 年，John, Hunt 提出流体压力封闭单元概念，研究了异常压力流体封闭的石油生成与聚集，讨论了世界一些超压盆地超压层系内的

油气分布。1993年, W. G. Leach 应用美国湾岸区 25204 口井的油、水、气产量与超压关系的统计, 得出超压盆地油气主要富集于超压顶面附近。1995年, Ronald, C. Surdam 根据对落基山区多年研究结果, 提出“超压是油裂解气造成的”, 并指出在油裂解气造成的超压盆地内找油气应注意“甜点”。可见, 进入到 90 年代, 人们已经开始从不同角度总结超压盆地的油气分布规律。

早在 50 年代, 中国就在四川盆地古生代超压灰岩层系中勘探天然气; 1961 年, 首次在东营凹陷营 2 井老第三纪沙河街组沙三段碎屑岩超压地层中发现高产油流; 进入到 70~80 年代, 相继在沾化凹陷、黄骅凹陷、下辽河盆地、海上的辽东湾、南海的莺-琼盆地、大庆的三肇地区、冀东凹陷等钻遇过超压地层; 90 年代, 又在新疆的准噶尔盆地, 南疆的英吉沙、塔西南、克拉苏、依希克里克及吐-哈盆地、酒泉东部等 30 多个地区的超压地层中找到了油气, 并且在“八五”期间对莺-琼盆地、珠江口西部及北部湾盆地的超压都作过深入细致的研究工作。

本专著在国内外几十年的研究基础上, 结合我国海上 10 多年勘探经验, 经过国内外对比研究, 解剖了 10 个不同成因类型超压盆地超压与油气分布关系, 比较全面、系统地总结了超压与油气的关系, 并指出沿海超压盆地的勘探方向及研究超压的一些关键技术, 应该说是一个进步。超压盆地(层系)是一个找油找气的新领域。相信, 本书的出版将有助于推动我国超压盆地内找油事业的发展, 并使超压盆地的理论日臻完善, 也将丰富石油地质学的理论与油气勘探技术。

中国工程院院士 胡见义

1999 年 10 月

# 前 言

80年代末期,中国海洋石油总公司根据多年在近海油气勘探工作中的实践,提出要在我国南海西部海域确定一个大油气区,作为战略目标。90年代初,为了实现这一战略目标,在勘探指导思想提出了“油气并举,向气倾斜”的方针。近年来,在这一方针的指引下,天然气勘探开发工作取得了可喜的成果,在莺-琼地区已建成、投产储量上千亿立方米的崖13-1气田;发现了储量接近1000亿立方米的东方1-1气田;发现了乐东15-1、乐东22-1等一批中小型气田。但是,在天然气勘探工作中很快就碰到了难题,超压甚至强超压带已成为天然气勘探的拦路虎。在超压、强超压条件下有无油气田,能否找到大气田,油气的生成、运移、富集和分布的规律是什么,已成为各级领导和地质学家们想尽快搞清的战略问题。

带着这些战略问题,中国海洋石油总公司勘探开发战略组于1997年下半年,先后对美国的墨西哥湾盆地、落基山区超压盆地及孟加拉盆地进行了考察与调研。目的是要借鉴这些勘探程度较高盆地的成油规律和找油经验,提高对超压盆地油气田的形成特点和分布规律的认识,从中得到启示,解决在建设我国南海西部大油气区和其他海域油气勘探中的战略问题,探索在我国近海寻找更多大油气田,特别是大气田的方向。

考察调研期间,笔者曾与埃索(ESSO)、德士古(TEXACO)、壳牌(SHELL)、雪佛龙(CHEVRON)、凯恩(CARIN)、孟加拉石油(PETROBOGLA)以及汤姆逊(THOMSON)等石油公司和咨询公司的众多专家、学者进行了广泛深入的交流和讨论。在美国怀俄明大学,还听取了专门从事超压研究工作的R. C. Surdam教授做的学术报告,并就有关问题交换了意见。这次考察使我们进一步认识到超压盆地广泛分布在世界各地。据不完全统计,目前世界上已发现近180多个具有超压特征的盆地。油气勘探实践证明,这180多个盆地中有160多个为富油气盆地。这充分说明,超压与油气的富集、分布有着密切关系。然而,在10~15年以前,人们主要是在常压带寻找油气,由于在地质认识上和勘探开发技术上的原因,人们一见到超压现象就望而却步。直到80年代初,国际上一些著名的石油公司才开始重视研究超压问题,并在超压带内获得油气勘探的重大突破,在理论和实践上解决了超压体的形成机理,超压与油气形成、运移、富集、分布的关系等重大课题。统计数字表明,压力过渡带是天然气的富集带,超压下不仅有气田,而且有大气田。因此,在美国墨西哥湾盆地,一些石油公司已把陆坡的深水超压带作为油气勘探开发的战略目标。

1997年9月,在天然气勘探战略研讨会上,战略组的多数成员在自己的学术报告中曾不同程度地将国外考察的结果和收获做了论述,许多观点和认识受到与会代表的关注。1997年11月,战略组对国外考察调研的资料进行了全面系统的整理、总结和分析,并结合实际,借鉴国外经验,深入探讨了在我国近海寻找大气田的方向。为了借鉴更多的世界上超压盆地的资料,在整理、消化国外考察调研资料的同时,战略组又委托中国海洋石油总公司勘探开发研究中心的几位搞过科技情报的专家,对北海盆地、南里海盆地以及东南亚的泰国、

马来西亚、巴兰、北苏门答腊、库太等盆地的资料进行了整理和分析。

据了解，目前我国关于超压体的研究尚无完整的资料。因此，为了更好地借鉴国外的经验，推动对超压体的研究与勘探，战略组认为有必要将国外考察调研的资料及以往收集的对超压盆地的调研资料，结合在我国近海寻找大气田的实践，经分析汇集成《超压盆地与油气分布》一书。本书的主要内容分四个部分：第一部分“超压体的特征与油气分布关系”，由陈斯忠编写；第二部分“国外典型超压盆地与油气关系实例”，由王善书、杨祖序、杜栩、裴宗诚、宋健人提供资料，张启明汇总编写；第三部分“中国近海超压盆地的油气前景”的第一、二、三节，由郭水生编写，第四、五、六节由王善书编写；第四部分“关键技术”，由杨继海、谢习农、陈洪汉提供资料，张启明编写。全书的统稿工作由马启富、陈斯忠、张启明最后完成。

热诚希望这本书的出版能为广大油气地质、地球物理工作者提供一些有价值的参考资料，在我国超压盆地的油气勘探中发挥一定作用。书中的许多观点和认识还有待进一步商榷，更需要在油气勘探实践中不断补充和完善。

# 目 录

序

前 言

第一章 超压体的特征与油气分布关系 .....	(1)
第一节 压力带的划分 .....	(2)
第二节 超压体的过渡带是找油气的有利地带 .....	(5)
第三节 不同成因的超压带与油气分布的关系 .....	(7)
第四节 超压体对生烃有抑制作用 .....	(11)
第五节 孔隙流体压力和盖层影响超压带油气的富集 .....	(17)
第六节 低势区和低势层是油气运聚的主要场所 .....	(25)
第二章 国外超压盆地与油气的关系 .....	(30)
第一节 墨西哥湾盆地 .....	(30)
一、概况 .....	(30)
二、区域构造 .....	(31)
三、区域地层与烃源岩 .....	(31)
四、构造演化 .....	(34)
五、超压与油气分布 .....	(36)
第二节 北海盆地 .....	(49)
一、概况 .....	(49)
二、北海区域地质、构造及演化 .....	(49)
三、区域地层 .....	(53)
四、超压与油气的关系 .....	(59)
第三节 库太盆地 .....	(72)
一、概况 .....	(72)
二、区域构造 .....	(72)
三、区域地层及烃源岩 .....	(72)
四、沉积演化 .....	(74)
五、超压与油气的关系 .....	(77)
第四节 落基山区诸盆地 .....	(79)
一、概况 .....	(79)
二、区域地质构造 .....	(80)
三、区域地层及烃源岩——以粉河盆地为例 .....	(80)
四、构造演化 .....	(83)
五、超压与油气关系 .....	(84)
六、结论 .....	(96)
第五节 南里海盆地 .....	(97)



一、概况 .....	(97)
二、区域构造 .....	(98)
三、区域地层 .....	(99)
四、构造演化 .....	(103)
五、异常高压与油气的关系 .....	(104)
第六节 文莱—巴兰三角洲盆地 .....	(111)
一、概况 .....	(111)
二、区域构造 .....	(113)
三、构造-沉积特点 .....	(113)
四、区域地层 .....	(114)
五、超压与油气的关系 .....	(116)
第七节 孟拉拉盆地 .....	(118)
一、概况 .....	(118)
二、区域地质构造 .....	(118)
三、区域地层 .....	(118)
四、构造演化 .....	(119)
五、超压与油气的关系 .....	(122)
第八节 泰国湾盆地 .....	(129)
一、概况 .....	(129)
二、区域构造 .....	(129)
三、区域地层及烃源岩 .....	(129)
四、构造演化 .....	(132)
五、超压与油气的关系 .....	(132)
第九节 马来盆地 .....	(135)
一、概况 .....	(135)
二、区域构造 .....	(135)
三、区域地层及烃源岩 .....	(135)
四、构造演化 .....	(139)
五、超压与油气的关系 .....	(139)
第十节 北苏门答腊盆地 .....	(143)
一、概况 .....	(143)
二、区域构造 .....	(144)
三、区域地层及沉积史 .....	(146)
四、烃源岩 .....	(148)
五、超压与油气的关系 .....	(148)
第十一节 小结 .....	(153)
<b>第三章 我国近海超压盆地含油气前景 .....</b>	<b>(156)</b>
第一节 莺歌海盆地 .....	(156)
一、区域构造背景与构造演化特征 .....	(156)
二、储层、盖层及储盖组合特征 .....	(162)
三、盆地烃源岩 .....	(163)
四、盆地高温超压环境 .....	(166)

五、莺歌海盆地的勘探方向 .....	(174)
第二节 琼东南盆地 .....	(175)
一、区域地质背景 .....	(175)
二、琼东南盆地是一个高温超压沉积盆地 .....	(179)
三、琼东南盆地油气分布规律 .....	(184)
四、勘探前景 .....	(196)
第三节 珠三坳陷 .....	(196)
一、珠三坳陷构造发育与沉积演化及其特点 .....	(196)
二、烃源岩有机质组成与生烃潜力 .....	(199)
三、珠三坳陷是一个高温超压沉积坳陷 .....	(200)
四、珠三坳陷超压系统演化与油气运移、聚集和油气藏分布关系 .....	(205)
五、生、储、盖组合特征与含油气系统 .....	(207)
六、珠三坳陷成藏模式与勘探方向 .....	(208)
第四节 北部湾盆地涠西南凹陷 .....	(210)
一、涠西南凹陷经历了两个发展时期 .....	(210)
二、涠西南凹陷发育了一套生烃层及四套储盖组合 .....	(212)
三、半地堑凹陷中心异常超压与油气藏的形成和分布关系 .....	(212)
第五节 东海盆地丽水凹陷 .....	(215)
一、丽水凹陷经历了三个发展时期 .....	(215)
二、丽水凹陷发现了三套生烃层系和三套储盖组合 .....	(219)
三、油气藏的分布与异常超压的关系 .....	(220)
第六节 东海盆地西湖凹陷 .....	(222)
一、新生代经历了三个发展时期 .....	(222)
二、构造的基本格局为南北分区、东西分带 .....	(226)
三、两套生烃层系、两套储盖组合 .....	(227)
四、油气藏分布与异常超压的关系 .....	(228)
五、含油气前景及勘探方向 .....	(231)
第七节 渤海盆地辽中北部凹陷 .....	(231)
一、辽中北部凹陷经历了两个发展时期 .....	(231)
二、辽中北部凹陷有两套生烃层系和三套储盖组合 .....	(232)
三、油气藏分布与异常超压的关系 .....	(235)
四、辽中北部凹陷的勘探前景 .....	(236)
第四章 关键技术 .....	(237)
第一节 地层压力预测及其应用 .....	(237)
一、地层孔隙流体压力的预测 .....	(237)
二、流体势的计算 .....	(243)
三、应用 .....	(246)
四、存在问题 .....	(248)
第二节 古流体压力估算 .....	(249)
一、包裹体古流体压力估算方法——CO <sub>2</sub> 容度法 .....	(249)
二、二维古流体压力模拟 .....	(249)
第三节 流体压裂的基本原理及其研究意义 .....	(250)

一、流体压裂的研究现状 .....	(250)
二、流体压裂的基本原理与数学模拟 .....	(250)
三、有关参数的计算 .....	(251)
四、有关流体压裂判断准则 .....	(252)
五、研究流体压裂的意义 .....	(252)
<b>参考文献</b> .....	(253)

# 第一章 超压体的特征与油气分布关系

长期以来，我们习惯在常压带内找油，一旦遇到超压带时，不是由于钻井技术问题久攻不下，就是由于认识跟不上去而轻易放弃。美国墨西哥湾地区，15年前也是这样，一见到超压就完钻。最近15年以来，由于对超压体认识的深化，已找到一批超压油气田。在墨西哥湾陆坡区的深水区（图1-1），近10年间花了近40亿美元，在第三纪地层中发现了25

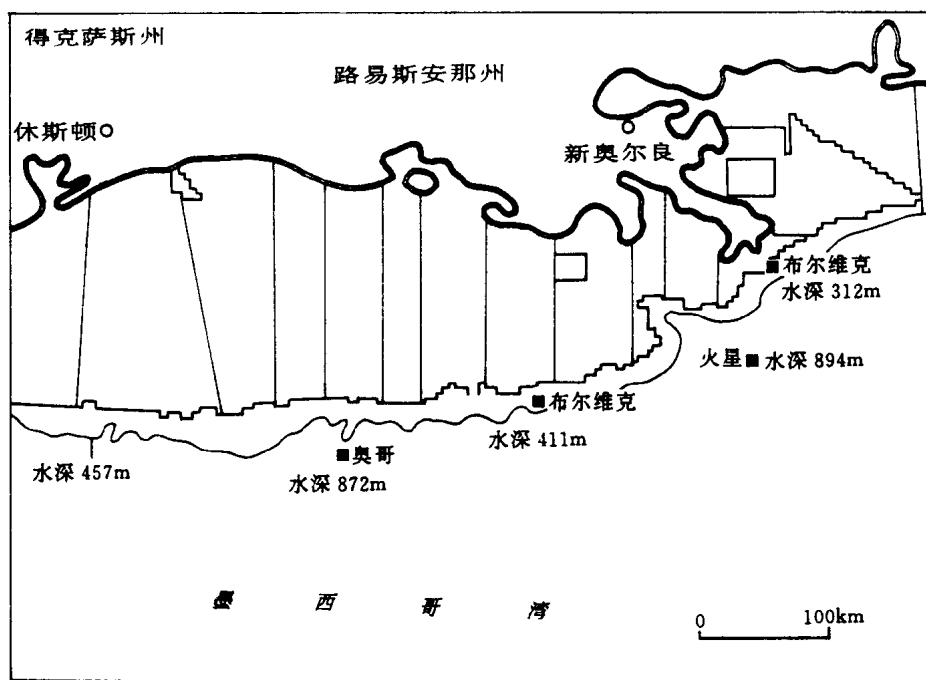


图 1-1 墨西哥湾陆架深水油（气）田位置图

个有开发前景的油气田，找到约 40 亿桶<sup>①</sup>的可采储量。其中有 9 个油气田是在超压带中，占所发现油气田数的 30%，储量占到 65%。最大的金星油田（Venus）可采储量为 582MOEB（百万油气当量桶），就是超压油田。壳牌（SHELL）石油公司 1989 年发现的火星（Mars）油田，也是超压大油田，水深 915m，井深 5732m，发现 134m 含油浊积砂岩。它是夹持在外来盐体之间的半深海浊积岩，砂岩倾向西北，三面受盐体封闭的地层油藏，可采储量为  $1.1 \times 10^8$ t。地层压力梯度为 0.75 psi/ft<sup>②</sup>，是墨西哥湾最大的超压油藏。随着对深水区的勘探，越来越多的石油公司认识到超压带的油气潜力，它已成为近期勘探开发的热点，不但

① 1 桶 (bbl) = 119.2410L。

② 本书较多地引用了国外资料，所用计量单位多为英制。为避免换算中产生误差，现给出 SI 制的换算因数：1 ft = 0.3048 m；1 psi =  $6.895 \times 10^3$  Pa；1 psi/ft =  $\frac{6.895 \times 10^3 \text{ Pa}}{0.3048 \text{ m}} \approx 22.62 \text{ kPa/m}$ 。

在墨西哥湾盆地的超压层中的勘探有长足的进展，而且在北海盆地的超压层中的勘探也有很大的发展(图 1-2)。1985 年油价下跌以后，钻探高压的探井急剧减少，仅有 11 口井，探井成功率近 20%。从 1989 年开始，由于高温高压钻井技术的发展和高压带认识的提高，钻井数增加了一倍，成功率也有明显的提高，发现井占总井数之半。总之，随着超压区油气的不断发现，对超压层的成烃条件、油气分布规律的研究，无论在理论上和实践中，都有很大的提高。

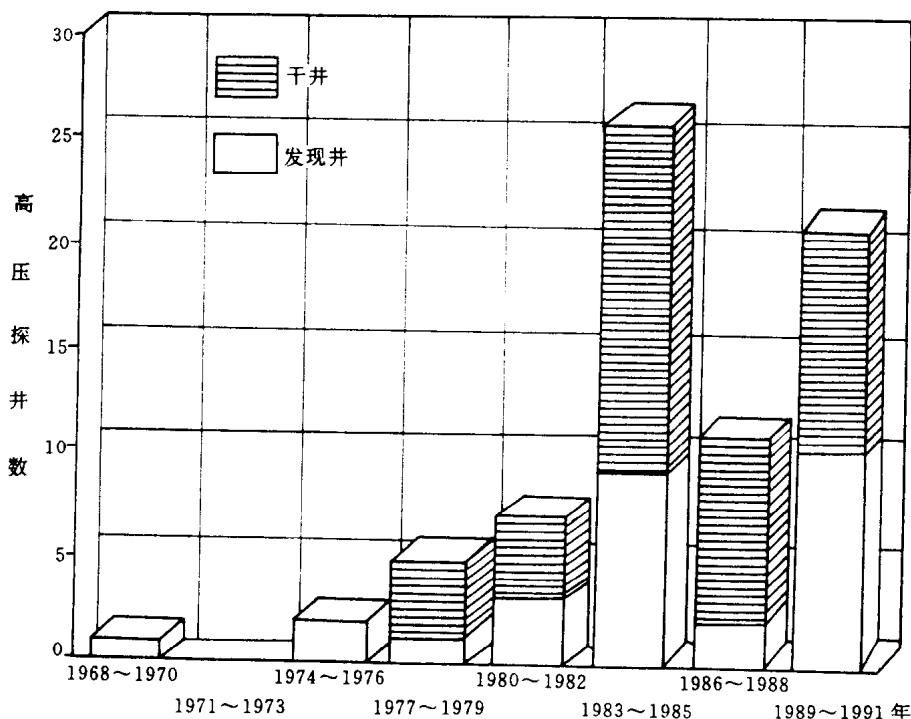


图 1-2 北海中部高压施工探井 (>2500 psi 超压) 直方图

我国过去也多在常压带内找油气。近年来，随着对天然气勘探的重视和各地区加强对深层油气的探索，也将面临着更多的高温超压的地质条件。对于这个特殊的地质环境，当然有它不同于常压条件下的油气分布规律和特点。如果用常压条件的规律和方法来认识和指导勘探，必然要走弯路，取不到好的效果。通过这次在国外的调研和对莺-琼地区的勘探实践，我们试图对高温超压条件下天然气的分布特点做一些归纳，供大家参考。

## 第一节 压力带的划分

根据统计，在世界范围内已知有 180 个沉积盆地具有超压地层体系(表 1-1)，占世界沉积盆地的 2/3。其中，超压体与油气分布有因果关系的约有 160 个沉积盆地。这说明超压体存在的普遍性，并与油气成因有紧密的联系。

在超压盆地内，一般存在着两个或两个以上的水力压力系统。当地层孔隙间的流体(油、气、水)压力等于地表到某一地层深度的静水压力时，为正常的地层压力，压力系数为 1；低于静水压力的地层压力或压力系数(实测压力/静水压力)小于 1 者为低压异常；高

表 1-1 世界主要异常压力盆地一览表

类型	地区	序号	盆 地	备 注
低 压 盆 地		1	加拿大北部盆地, 艾伯特中部盆地, 加拿大盖洛普砂岩盆地, 圣胡安盆地, 美国凯斯穹隆, 阿马克洛隆起, 美国密西西比盆地, 米德兰盆地, 美国夸厄布拉勒白垩系盆地, 丹佛盆地, 美国二叠纪盆地	
超 压 盆 地		2	马更些三角洲 (加拿大), 马哈坎三角洲 (印度尼西亚), 密西西比三角洲 (美国), 尼日尔三角洲 (非洲), 波盆地 (意大利)	三角洲超 压盆地
	北美和 南美	3	阿纳达科盆地 (美国), 哥伦布盆地 (特立尼达), 库克湾盆地 (美国), 帕里亚的格尔夫盆地 (委内瑞拉), 让娜达尔克盆地 (加拿大), 下马格达莱纳盆地 (哥伦比亚), 密西西比盆地 (美国), 北阿德莫尔盆地 (美国), 阿拉斯加北斜坡 (美国), 太平洋西北部盆地 (美国), 保德河盆地 (美国), 斯科舍盆地 (加拿大), 萨克拉门托南部盆地 (美国), 圣华金南部盆地 (美国), 德克萨斯和路易斯安那盆地 (美国), 尤因塔盆地 (美国), 威利斯顿盆地 (美国), 风河盆地 (美国)	
	非洲	4	加蓬 (非洲), 西奈海城 (埃及), 苏尔特 (利比亚)	
	欧洲	5	下萨克森海槽 (德国), 磨拉石建造型盆地 (德国和奥地利), 北海盆地, 潘诺尼西盆地 (匈牙利), 波利斯海槽, 前里海 (原苏联), 南阿基坦盆地 (法国), 南里海 (原苏联), 达克吉克盆地 (阿富汗), 特兰西瓦尼亚盆地 (罗马尼亚), 维也纳盆地 (奥地利), 西西伯利亚盆地 (原苏联), 蔡希斯坦盆地 (德国和波兰)	
	中东和亚 太地区	6	孟加拉湾 (孟加拉), 缅甸盆地 (缅甸), 坎贝盆地 (印度), 丹皮尔次盆地 (澳大利亚), 渤海湾 (中国), 新竹盆地 (中国台湾), 美索不达米亚盆地 (伊拉克), 尼泊尔, 北伊里安查亚 (印度尼西亚), 北陆盆地 (新西兰), 北苏门答腊 (印尼), 西北陆架 (澳大利亚), 博德瓦尔盆地 (巴基斯坦), 沙捞越 (海上) (马来西亚), 南中国海, 南巴布沿岸 (新几内亚), 第三系礁 (苏门答腊海上)	

注: 资料来源, AAPG (美国石油地质学家协会); Vol. 24, No. 1, 1990。

于静水压力的地层压力或压力系数大于 1 者为高压异常。正常地层压力与异常压力之间的压力递变带, 称为压力过渡带。

各个国家和公司对于压力界线的划分有不同的划分标准。原苏联在 80 年代根据实践经验和大量的研究成果, 用压力系数对异常压力做了界定 (如表 1-2、1-3、1-4)。

埃克森 (EXXON) 公司根据美国墨西哥湾的地质情况, 提出了一个分类方案 (表 1-3)。

国内有些专家对地层压力分类也提出了一些建议。中国海洋石油勘探开发研究中心杜栩等提出的分类方案, 见表 1-4。

在这些分类中, 我们采用埃克森公司的分类方案。它明确地把压力过渡带划分出来, 并将高压带划分为超压和强超压两个带, 更有实用意义。这样的划分与油气分布关系比较密切, 大致可划分出有实用意义的三个界线。

1. 超压体的“过渡带”是含气的富集带

表 1-2

压力系数	压力分类
<0.8	异常低压
0.8~1.0	低压
1.0~1.05	正常压力
1.05~1.3	稍高压
1.3~2.0	高压
<2.0	超高压

表 1-3

压力系数	压力梯度 psi · ft <sup>-1</sup>	压力梯度 kPa · m <sup>-1</sup>	泥浆相比密度/PPG <sup>①</sup>	压力分类
<1	<0.433	<10	<8.34	低压
1.0~1.27	0.433~0.55	10~12.7	8.34~10.5	常压
1.27~1.5	0.55~0.65	12.7~15.0	10.5~12.5	过渡带
1.5~1.73	0.65~0.75	15.0~17.3	12.5~14.5	超压
1.73~1.96	0.75~0.85	17.3~19.6	14.5~16.5	强超压

①1 PPG=1 bf/gal≈0.12 g·cm<sup>3</sup>。

表 1-4

压力梯度 psi · ft <sup>-1</sup>	压力系数	压力分类	备注
<0.41	<0.96	低压异常	
0.41~0.46	0.96~1.06	常压	
0.46~0.6	1.06~1.38	高压异常	过渡带
>0.6	>1.38	异常高压	

过渡带的压力系数为 1.27~1.5，相应压力梯度为 0.55~0.65 psi/ft，是富含气的压力带。

## 2. 一般以盖层的破裂压力作为成藏界线

从理论上讲，当地层孔隙流体压力大于地层岩石的自然破裂压力时就开始漏失，气藏就难保存。除盐岩、石膏和粘土外，一般岩石的自然破裂压力相当压力系数为 1.963。实际上，当孔隙流体压力相当于破裂压力的 70%~90% 时，就开始漏失。也就是说，当地层压力超过所划分的“超压带”时，气藏就难保存。

3. 超压与经济界限的关系根据目前的技术水平认为，油气勘探的经济界限相当于压力系数为 1.96 左右，即压力梯度为 0.85 psi/ft。当超过这个压力界线时，钻井费用明显增高，工程风险加大。也就是说，当压力超过所划分的“强超压带”时，即使有油气井存在，就目前的技术水平而言，仍然缺少经济价值。

## 第二节 超压体的过渡带是找油气的有利地带

超压体的存在是含油气盆地的普遍特点。超压体是油气运移的动力、封存力，也是一个大的油气资源库。随着资料的增加，人们发现墨西哥湾陆架区内，油气田和油气储量集中分布在超压面附近，主要储量不在正常压力带内，也不在强超压带内，而在弱至中等压力带内分布（图 1-3）。1993 年，美国 W. G. Leach 根据墨西哥湾沿岸区钻达第三系的 25204

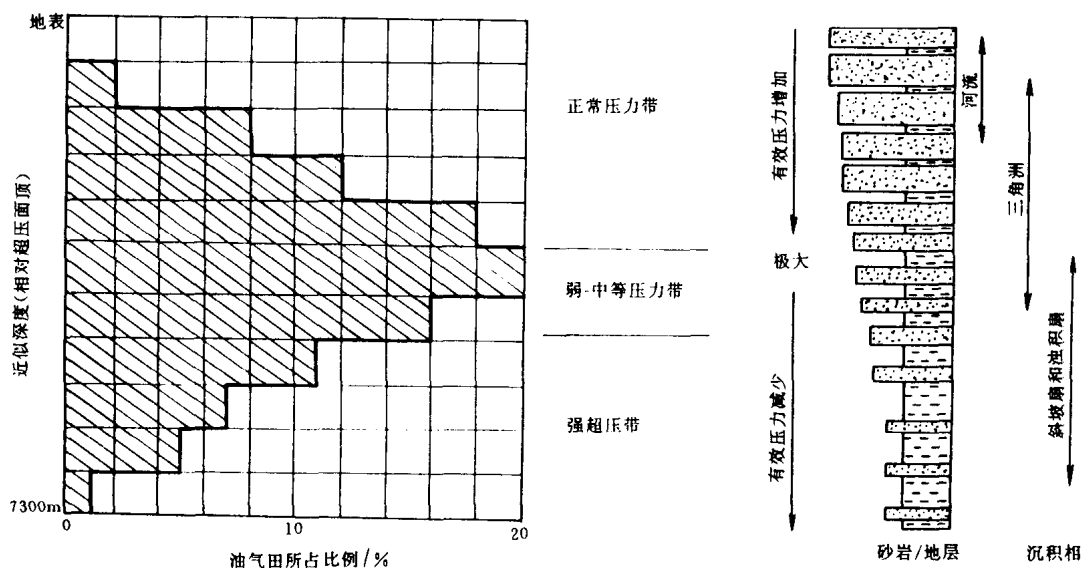


图 1-3 墨西哥湾大陆架油气田分布与超压面关系图  
(据 Shell, 1997)

口、深度为 600~6000m 已完井的资料进行了统计分析，在探讨油气在超压层中的分布规律时发现，油气比较集中分布于超压顶面上下 300 m (1000 ft) 附近（图 1-4），油的高峰值偏上，位于超压面之上，而气的高峰值偏下，在超压面上，与超压带的过渡带相近。同时发现天然气的高峰值随着产层埋藏深度的变化，与超压顶面的相对关系也不同（图 1-5）。在 12000~13000 ft、14000~15000 ft、16000~17000 ft 三个深度内，随着生产层埋深的增加，高峰期远离超压顶面的深度逐渐加大；在 18000~19000 ft 时，峰值反而变浅，向超压顶面靠近，说明随着埋深加大、压力增加，盖层的完整性受到破坏，不利于天然气的保存。

油气储量较多地分布于超压层顶面附近，其它地区也有这样的规律。如土库曼凹陷内，油气储量的 89% 分布在压力系数为 1.1~1.4 的压力带内，在压力系数为 1.1~1.3 的地层中分布着许多凝析气藏，仅有 11% 的油气储量分布在压力系数为 1.4~1.7 的地层内。南里海盆地也有这种规律，在古地台内烃类大多数聚集在压力系数为 1.3 以上的压力带内；在准地台则聚集在压力系数为 1.06~1.3 之间的压力带内；而活动带的烃类多聚集在压力系数为 1.1~1.7 的压力带内，虽然变化比较大，但同样也是压力过渡带为烃类集中分布带。

这一分布特点是由其内在规律所决定的。很多盆地的生烃岩都位于超压带内，超压本身就是一个岩性物性封堵面，也是油气运移的平衡面，有利于油气的聚集。在强超压存在



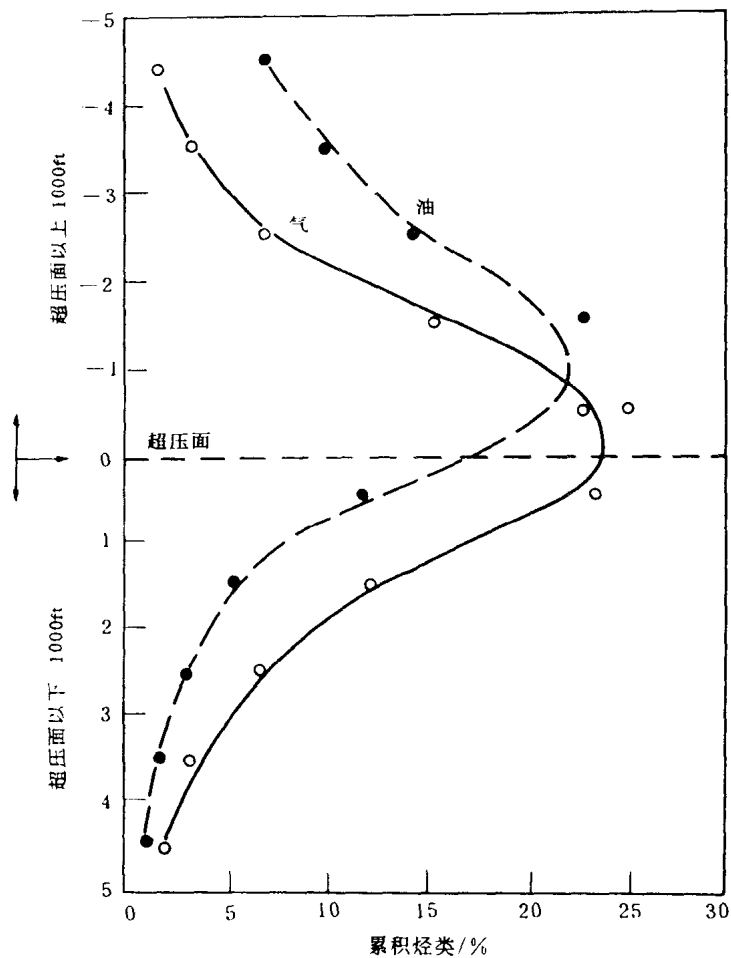


图 1-4 超压面与烃类分布关系曲线 (墨西哥湾第三系)  
(据 Leach, 1993)

图中曲线以完井井深为 2000~22000 ft 的 25204 口井资料为基础

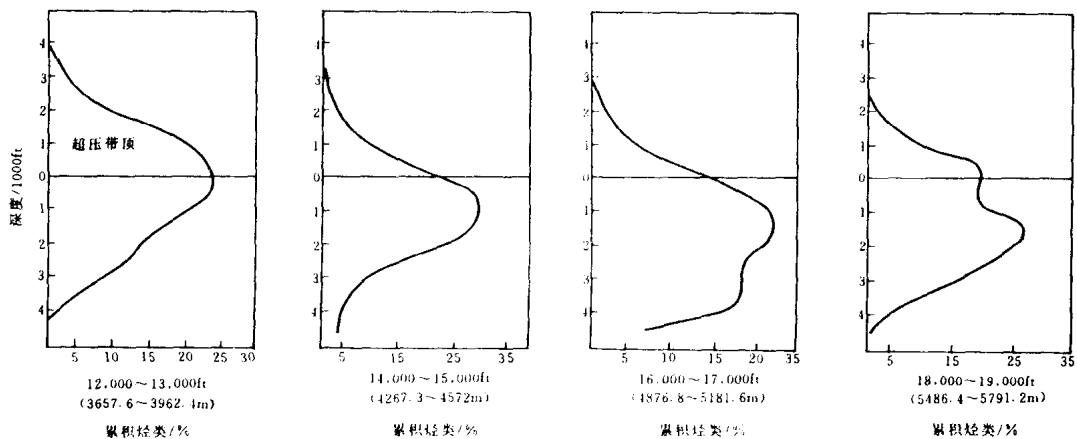


图 1-5 盖层完整性与天然气分布关系  
(据 Leach, 1993)

天然气的分布数据以路易斯安那州第三系砂岩中的 4 个深度层段内的超压顶界为准