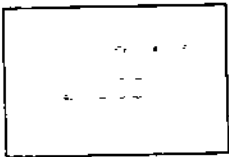


中国西北地区 侏罗纪原型盆地形成与演化

赵文智 靳久强 薛良清 孟庆任 赵长毅 著





中国西北地区侏罗纪原型盆地 形成与演化

赵文智 靳久强 薛良清 孟庆任 赵长毅 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书以中国西北地区的侏罗纪盆地为研究对象,系统地进行了盆地原型分析,提出了原型盆地的研究思路和方法。通过对深部构造背景和前侏罗纪构造演化特征的分析,研究了侏罗纪盆地发生、发展的基础;在古气候、古水流和原始沉积体系研究的基础上,对侏罗纪原型盆地进行恢复,指出了侏罗纪盆地的类型和形成机制;从区域构造演化的角度,研究了侏罗纪盆地的继承与改造;分析了侏罗纪煤系油气藏的生成和运移机理,总结了其形成的地质条件和分布规律。

本书可供科研、教学和生产部门的石油地质专业科技人员使用,也可作为石油院校研究生和高年级学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中国西北地区侏罗纪原型盆地形成与演化/赵义智等著. 北京:地质出版社,2000.10
ISBN 7-116-03232-0

I. 中... II. 赵... III. 侏罗纪-盆地 研究-中国-西北地区 IV. P942.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第50117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:贾一鸣 郁秀荣

责任校对:王素荣

北京印刷学院实习厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092^{1/16} 印张:11.5 字数:277000

2000年10月北京第 版·2000年10月北京第一次印刷

印数:1—500册 定价:28.00元

ISBN-7-116-03232-0
P·2144

(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 一

原型盆地研究是盆地分析的重要内容,同时在油气勘探领域有着重要的应用价值。盆地是油气生成的基本构造单元。作为流动矿产的石油和天然气是在盆地的形成和演化过程中生成、运移和聚集起来的。不同时期、不同类型的盆地具有不同的烃源岩沉积和展布特征。早期盆地层系中的油气生成和运聚不但依赖于自身盆地的发展,也受控于后期盆地的多次叠加与多期改造。

中国地质长期而复杂的演化历史,造就了中国盆地多类型、多期次叠加的特点。盆地的多期次叠加形成了多层生烃岩系,以及多期成烃和多期成藏的演化历史。因此,盆地的多期叠加与改造是中国的油气成藏和分布呈现出复杂性和多样性的主要原因。通过原型盆地研究确定现今盆地与早期盆地的叠加关系,并以动态、历史和综合的方法分析油气成藏和演化的过程,总结出现今盆地中油气的分布规律,确定有利的勘探目标,是叠合盆地油气勘探的重要工作之一。任何一个有实践经验的油气勘探家应善于从叠合改造盆地入手,对丰富的资料进行深入分析,不断地调整 and 改变勘探思路,以便有效地发现多种类型的原生和次生油气藏。

本书作者自参加石油工作以来,就一直战斗在我国油田地质勘探第一线,积累了丰富的实践经验,具有较高的理论修养,具体地体会到并掌握了中国石油地质的特征。他们近几年来协同合作,共同致力于原型盆地的研究,并应用于西北地区侏罗系油气勘探的实践和石油地质的综合研究中,总结出一套切实可行的研究方法,取得了显著的研究成果。本书是他们多年工作的总结,成绩是喜人的、可贵的,这是他们在石油勘探方面的出色贡献。

全书通过对西北地区侏罗纪盆地的研究,系统地介绍了原型盆地研究与恢复的思路和方法,涉及到沉积学、构造几何学与运动学以及盆地动力学等领域。作者在古构造恢复方面做了新的探索,提出了以人工联络测线为特色、建立在二维构造发育剖面基础之上的三维古构造重建技术。在原始沉积体系恢复方面进行了系统的研究,形成了以残余沉积体系编图为基础,由边缘相、地层接触关系、物源区和古水流以及盆地构造格架分析等组成的配套技术。

作者把构造沉降分析方法运用于盆地形成机制与盆地类型的研究中,认为西北地区侏罗纪时经历了两期盆地的演化和叠加。早期为伸展型断陷盆地,晚期为挤压型拗陷盆地,中侏罗世西山窑期结束时的中燕山运动是盆地类型的转型时期。这一研究成果改变了人们以往认为中国西北地区强烈挤压的盆地构造

特征是从中生代持续发展而来的看法。

本书的研究成果表明,阿尔金断裂对当时的构造演化起到了重要的控制作用,断裂带两侧的成盆与成烃环境差异明显。作者在原型盆地恢复的基础上,探讨了西北地区侏罗纪煤系油气藏形成的地质条件和分布规律,认为其与活动造山带和构造带密切相关,指出在伸展环境下受控于地壳均衡作用的山前持续沉降深拗陷是有利的油气勘探远景地区。

书中针对西北地区侏罗纪原型盆地的形成和演化,重点分析了成盆期前的基底构造演化特征、成盆时期的构造环境与沉积特征以及成盆期后的盆地叠加与改造,贯穿了原型盆地的思路和方法,体现了将原型盆地研究应用于油气勘探实践的有益尝试。相信这一专著的出版必将会对原型盆地的研究起到有力的推动作用,并有助于我国西北地区侏罗系油气藏的深入勘探。

中国科学院院士

田在艺

2000年9月

序 二

侏罗系是我国主要的含煤岩系之一,西北地区又是侏罗纪煤系的主要分布区。50年代开始至今,在与侏罗系煤系有关的油气勘探中已有所发现,特别是自1986年重上吐哈盆地油气勘探,在侏罗系煤系中发现大型油田以来,短短十几年的勘探陆续在塔里木盆地库车坳陷、准噶尔盆地、焉耆盆地以及柴达木盆地北缘等盆地或地区的侏罗系发现了一批大中型油气田。由侏罗系作为烃源,在自生自储与白垩系和第三系古生新储以及以侏罗系作储层接受其下各层系油源形成的次生油气聚集已经探明油气当量12.53亿t(其中,塔里木盆地4.39亿t,准噶尔盆地5.04亿t,吐哈盆地2.49亿t,焉耆盆地0.22亿t,柴北缘地区0.35亿t)。侏罗系已经成为我国西部地区油气勘探重要而现实的层系。大量的地质综合研究与评价表明,侏罗系仍有着巨大的剩余资源潜力,在未来油气储量增长中,特别是天然气储量增长中将会发挥更大的作用。我国政府已经决定在新世纪初兴建“西气东输”工程,以此作为西部大开发的序幕,加大西部资源利用的力度和水平。西北地区侏罗系中蕴藏着的丰富的油气资源定将为这一巨大工程的实施做出贡献,并造福于全国百姓。

煤系作为烃源岩有其特性,这是因为煤及含煤有机质形成的地质条件与湖相生油岩存在显著的差异:

1. 湖相有机质形成于相对闭塞的静水环境,湖生生物群在种类和种属上较沼泽生物显得异常丰富,水生生物繁盛,以藻类、浮游生物及细菌等为主,它们富含蛋白质、脂肪等类脂化合物,同时注入湖盆的主要河流和溪流所携带的陆源高等植物中抗氧化分解能力较强的成分如孢子花粉、角质等陆源有机质的输入,也大大丰富了湖相有机质的组成和丰度,这是湖相富氢有机质形成的物质基础;而煤及含煤有机质形成于沼泽相与河流相沉积体系中,生物群落以陆源高等植物为主,伴以少量的藻类等低等水生生物,植物的木质纤维组织以富含芳香族结构为特征。

2. 湖相为稳定的较深静水的还原环境,沉积速率适中,为有机质埋藏、保存和转化创造了十分有利的条件。其生油岩母质类型好,以腐泥型和混合型为主,有机岩石学组成以藻类及其降解产物和壳质组为主,贫氧低碳富氢;而煤和含煤有机质形成于沼泽的弱氧化—弱还原水介质到河流的氧化环境,植物残体氧化分解后合成以腐殖型为主的Ⅲ型有机质,有机岩石学组成以镜质组和惰质组为主,富氧高碳贫氢。从组构看,煤系更宜生成气态烃类。然而沼泽环境除了接

收自身环境中生成的植被一年一度周而复始败落的果实和叶片的堆积外,还接收一部分河流带来的富烃有机质。这些有机物的生油能力已被勘探发现所肯定,这是新形势下对煤系生油在认识上的重要变化。

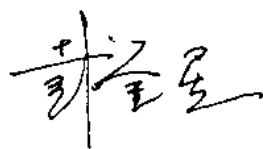
3. 湖相生油层厚度大,生储盖组合配置好,有机质丰度和类型由湖盆边缘向湖盆内部逐渐变好,呈环带状展布;而沼泽相烃源岩则无此特点,其源岩发育的场所主要在下三角洲平原分流间湾沼泽,流水沼泽相是煤成油有利相带。

4. 由于煤及含煤有机质的特有沉积环境和母质组成,有机质中可转化成烃类的有效碳含量较低,与湖相烃源岩比较,煤及含煤有机质丰度评价指标提高了一个级别。以上特征说明了煤系一般以成气为主成油为辅,但在特定地质条件下也能以成油为主。

煤成油藏的形成是特定地质条件下一系列成藏要素在时间和空间上有机组合形成的产物。盆地构造演化控制了煤系生储油岩系发育;成煤沼泽氧化还原环境与成煤植物差异造成了煤系有机质原始富氢程度的不同。下三角洲干原沼泽及分流间湾沼泽是煤成烃发育的有利场所,流水沼泽相是煤成烃最有利的相带;适宜的古地温梯度及后续盆地的继承发展能保持源岩熟化,低成熟成烃母质的存在有利于烃类排出;适宜的构造挤压条件及断裂发育有利于煤成油的排驱与运移;上覆湖相沉积发育有利于烃类的保存。上述这些地质认识的新进展都是近几年针对煤系油气勘探的精辟总结,也是本书的重要思想所在。

大地构造学科是地质学的哲学,盆地构造形成与演化是决定油气前景的关键因素,因此本书的出版对于我国西北地区侏罗系煤成烃勘探具有重要的指导作用,它将把煤成烃勘探工作推向新的高潮,使勘探工作取得更丰硕的成果。这是一部有关西北地区侏罗纪煤系原型盆地形成与演化及对油气控制作用的重要科学专著,在西部大开发进程中及时出版可喜可贺。我认为,地质界和油气战线工作的同行值得一读此书,并将会受益匪浅。

中国科学院院士



2000年10月于北京



作者简介

赵文智, 1958年9月生。1982年初毕业于西北大学地质系, 1984年获北京石油勘探开发科学研究院硕士学位。现为中国石油勘探开发研究院副院长, 教授级高级工程师, 享受政府特殊津贴。担任GCC国家委员会委员、西北大学兼职教授、玉门油田高级技术顾问。长期从事石油地质综合研究, 建立了石油地质综合研究的思路和方法, 提出了叠合盆地油气成藏与分布的研究方法与相应的勘探技术系列, 并提出了复合含油气系统的概念、特征和评价方法。研究成果用于勘探实践, 发现了鄯善油田和鲁克沁油田。获国家和部级科技进步一、二、三等奖6项, 1993年获中国地质学会金锤奖, 1994年获孙越崎优秀青年科技奖, 1998年获中国优秀青年科技创业奖, 1999年获铁人科技成就奖铜奖。已出版专著4部, 发表论文40余篇。

作者简介

靳久强, 1957年9月生。1982年元月毕业于西北大学地质系, 1994年获德国Tübingen大学博士学位。现为中国石油勘探开发研究院石油地质研究所副所长, 高级工程师。主要从事含油气盆地构造与石油地质综合研究。为中国石油天然气集团公司“九五”重点项目“板块构造演化与含油气盆地形成与评价”负责人之一。

薛良清, 1956年生于江苏省江都县。1982年于西北大学获学士学位, 1985年于中国地质大学北京研究生部获硕士学位, 1994年于美国得克萨斯大学奥斯汀分校获博士学位。现为中国石油勘探开发研究院石油地质研究所所长, 中国石油学会石油地质专业委员会委员及沉积学组组长。

孟庆任, 1957年生于陕西省西安市。1994年在西北大学获博士学位。现任中国科学院地质与地球物理研究所研究员。主要研究兴趣包括沉积学、盆地分析和大陆造山带。最近特别注重对相邻盆地与造山带在演化过程中相关性的研究。

赵长毅, 黑龙江省青岗县人, 生于1962年4月。1991年获中国矿业大学(北京)工学博士学位。现任职于中国石油勘探开发研究院石油地质研究所, 主要从事有机岩不溶性和有机地球化学研究工作。曾主持国家自然科学基金、国家科技攻关项目及中国石油天然气总公司课题多项, 其主要成果获国家和部级科技进步奖多项。

目 录

前 言

第一章 绪论	(1)
一、煤系特征与形成环境	(2)
二、原型盆地的含义与研究方法	(5)
第二章 西北地区前侏罗纪区域构造特征及演化	(20)
第一节 西北地区地球物理场特征与深部构造背景	(20)
一、地球物理场特征	(20)
二、西北地区前震旦纪结晶基底特征与演化	(23)
第二节 西北地区前侏罗纪构造特征及演化	(28)
一、西北地区古板块构造格局	(28)
二、震旦—泥盆纪构造环境与演化	(31)
三、石炭—二叠纪构造环境与演化	(43)
四、三叠纪构造环境与演化	(51)
第三节 侏罗纪成盆前古构造格局	(54)
第三章 西北地区侏罗纪地层与沉积特征	(56)
第一节 西北地区侏罗纪地层特征	(56)
一、陆相侏罗纪地层区划	(56)
二、地层划分与对比标志	(61)
第二节 西北地区侏罗纪古气候与古水流系统分析	(65)
一、古气候特征	(65)
二、古水流系统分析	(67)
第三节 西北地区侏罗系沉积特征	(76)
一、典型沉积体系描述	(76)
二、侏罗纪残留沉积体系分布	(81)
三、侏罗纪原沉积体系恢复	(88)
第四章 西北地区侏罗纪原型盆地与演化特征	(95)
第一节 西北地区侏罗纪大地构造环境	(95)
一、板块构造环境	(95)
二、火成岩分布特征	(95)
三、古地温与古地壳厚度	(95)
四、现今剖面特征	(96)
第二节 西北地区侏罗纪盆地沉降特征分析	(98)
一、分析方法及原理	(98)
二、沉降分析结果	(99)
第三节 西北地区侏罗纪构造—地层层序特征	(104)
一、侏罗系的主要不整合面及其特征	(104)

二、主要构造地层层序的分布及特征	(105)
三、构造事件与地层层序之间的关系	(107)
第四节 西北地区侏罗纪原型盆地类型与分布特征	(109)
一、侏罗纪盆地类型的划分原则	(109)
二、侏罗纪盆地的主要类型	(110)
三、西北地区侏罗纪原型盆地的分布特征	(111)
第五节 西北地区侏罗纪原型盆地的形成机制与演化特征	(113)
一、构造运动对沉积盆地演化的控制作用	(113)
二、侏罗纪原型盆地的形成机制与演化特征	(114)
第五章 侏罗纪盆地的继承和改造	(119)
第一节 区域构造作用	(119)
一、欧亚大陆南缘的增生	(119)
二、印度-欧亚大陆的碰撞	(119)
三、大陆岩石圈与大洋岩石圈的特性和变形过程	(121)
第二节 西北地区盆地构造发展	(123)
一、构造环境	(123)
二、盆地与造山带之间的关系	(125)
三、盆地的构造类型	(128)
第三节 新生代盆地与侏罗纪盆地之间的关系	(131)
一、侏罗纪盆地的抬升与剥蚀	(131)
二、侏罗纪盆地的解体与错位	(132)
三、侏罗纪盆地的构造掩覆和深埋	(133)
第六章 西北地区侏罗纪煤系油气成藏基本地质特征	(136)
第一节 烃源岩特征与评价	(136)
一、烃源岩类型与分布特征	(136)
二、煤系有机质丰度评价标准	(140)
三、烃源岩综合评价	(143)
第二节 煤系地层石油生成和运移机理	(146)
一、显微组分成烃特征与成烃模式	(146)
二、煤成油地球化学特征	(149)
三、煤成烃机制	(152)
四、煤成油排驱与初次运移	(155)
第三节 煤成油形成的地质条件与分布规律	(158)
一、煤成油形成的地质条件	(158)
二、煤系地层油气田的分布规律	(166)
参考文献	(168)

第一章 绪 论

熟知中国陆上石油工业发展历程的人都知道,针对侏罗系的勘探已有近半个世纪的历史。五六十年代在背斜找油理论的指导下,我国陆上的大部分油气勘探工作都集中于西北地区,其中有相当多的井都是针对侏罗系钻探的,可称作是针对侏罗系勘探的第一个高潮。这一阶段的勘探在准噶尔盆地南缘、塔里木盆地库车、吐哈盆地火焰山背斜带与潮水盆地相继发现了齐古、依奇克里克、胜金口与青土井等小油田。勘探虽然见了多个出油点,但却无大的发现,侏罗系给地质学家留下了不够朋友的印象。从60年代开始,由于松辽盆地油气勘探会战和大庆油田的发现,针对侏罗系的油气勘探在随后近30年里几乎近于停滞。从1989年开始,伴随着我国陆上第一口科学探索井——台参1井在吐哈盆地侏罗系获得日产 25m^3 的工业油流,随后的评价钻探迅速拿下了鄯善—丘陵大油田以来,针对侏罗系的勘探有了突飞猛进的发展。在短短的10年间,相继在吐哈盆地、准噶尔盆地、塔里木盆地、焉耆盆地和柴达木盆地北缘等地区发现了一系列侏罗系自生自储或以侏罗系为油源层,以白垩—第三系为储盖层的次生油气藏,探明加控制油气当量近7.0亿t,出现了针对侏罗系油气勘探的第二个高潮。伴随着一系列侏罗纪油气田的发现,源岩地球化学与油/气源对比评价研究也取得了突破性进展,突出的表现是认为煤系作为一种源岩,不仅可以生成天然气,而且可以形成大型油气田。这一理论性突破不仅给人们带来认识上的飞跃,也拓宽了油气勘探的领域。在昆仑山—秦岭以北的我国北方地区广泛分布着侏罗纪煤系沉积组合,对其寻找油气的前景,在普遍抱有乐观评价的前提下,存在两种不同的观点:一种认为煤系作为一种生烃源岩已被实践证实,今后应在所有存在侏罗纪煤系的盆地中开展油气勘探工作,以便发现更多的侏罗系油气田;另一种观点则认为,煤系作为一种生烃源岩已经肯定,但要生烃成藏却需要一定的组合条件。换言之,并不是所有的煤系都能形成商业性的油气聚集,煤系油气田的形成和分布是一定的石油地质条件在三度空间组合匹配的产物。

应该说,本专著的作者直接参与了过去10年当中,针对侏罗系油气勘探的实践和石油地质综合研究,深深感到侏罗系确实有着丰富的油气资源和发现新储量的巨大潜力。但是侏罗纪煤系油气田只能在特定的构造、沉积、生油与运移条件皆能共生发育的地区形成。可归纳为四大地质条件:一是原盆地的存在;二是煤系沉积时有相对低洼的地形条件与潮湿气候;三是煤系沉积后要有后续盆地的继承发育,以促使源岩进入成熟状态;四是适度的构造挤压,既为煤系所生油气运离母体提供动力,又为油气聚集提供场所。本专著将总结作者在过去几年中对侏罗纪原型盆地恢复研究的成果,特别要对侏罗纪煤系油气田的形成起主导作用的原型盆地与演化进行专门介绍,读者既可以从了解我国西北地区侏罗纪原型盆地的基本特征与分布,又可从中了解原型盆地研究与恢复的技术思路和方法。

一、煤系特征与形成环境

在进入正文之前,先介绍何谓煤系及其特征与形成环境,这是一个需要交待,然而在正文的具体介绍中又不宜过多叙述的概念。

煤系(coal measunes,或 coal seam),有人也称煤系地层,而我们认为煤系已包含了地层的含义。它是指由煤层(或煤线)、炭质泥岩、高炭泥岩与砂泥岩构成的地层组合。既然是组合,就有不同的类型:一种是煤岩与砂砾岩互层占主导的组合,第一种则是煤岩、炭质泥岩、高炭泥岩与泥岩和砂岩为主的沉积组合,第三种则是煤岩、高炭泥岩和泥岩与砂砾岩沉积所占比例大致相当的组合,还有其他的类型,诸如大套砂泥岩剖面中零星夹有煤线。不论将其称为含煤地层或煤系,都是本专著讨论应包含的内容。

地史中的聚煤作用受到古构造、古植物、古气候与古地理环境等多重因素的控制,因而形成煤系的环境虽然相对来说,主要发育在地壳相对稳定和缓慢下沉且气候温暖潮湿,宜于植被繁盛发育的各类沼泽盆地中。但是由于所处古地理位置不同,形成的煤系在岩性组合、煤质与所含生烃组分的数量与质量上又都有很大不同。

广义地讲,沼泽按形成环境可以分为内陆沼泽、近海沼泽与滨海沼泽三种类型。其中我国北方地区侏罗—白垩纪发育的沼泽属于内陆沼泽,也是本专著着重介绍的类型。近海沼泽顾名思义就是在近海的沿岸地带发育的沼泽,包括滨海平原和三角洲平原,如现代的北美大西洋沿岸与墨西哥湾沿岸的滨海平原以及著名的密西西比河三角洲平原等。由于地势低平,又有频繁而大面积的海水侵入和退出,沼泽水体盐度较高,生长着大片森林和近岸芦苇、苔茅等植物,易于形成大面积的泥炭沼泽。聚集的泥炭一般灰分、硫分含量较低。而滨海沼泽则发育在热带-亚热带的滨海浅滩地带,在涨潮时为海水淹没、退潮时又大部分露出水面的带状区域。在那里生长着耐盐的红柳林。在海湾沙坝的后侧,则常常有潟湖,与之伴生的是红柳林沼泽。

内陆沼泽则泛指在广大的内陆地区,受地形和气候的双重作用而形成的沼泽,视气候潮湿程度与降雨量充沛程度和次数、地形起伏程度与土质构成而有草本植物为主、木本植物为主与草本木本植物共生等不同的沼泽形成。当气候条件适宜时,植被的分布是广泛的,沉积区与剥蚀区都会有植被的覆盖。但是,由于所处地理位置不同,植被死亡后被保存下来的有机残质构成有很大不同。图1-1给出了一个从相对为汇水占据的低洼盆地到相对抬起的边坡和高地的环境中植被生长的示意图。在洼地的边坡和高地部分,生长着茂密的木本植物,它们每年都会开一次花,结一次果,落一次叶。这些落在地下的残果败叶,除了被氧化掉的以



图1-1 吐哈盆地煤相模式图

(据 Teichmüller, 1982 修改)

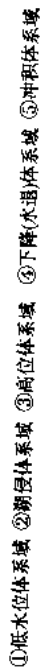
外,大部分都会被地表径流带到汇水区,并被沉积物所掩埋,应该说这是生烃较好的物质。而在边坡和高地部位死亡的树干,一般都保存较多的高纤维木质成分,它们被埋藏以后形成的煤岩则富含惰质组分,对生烃是不利的。在汇水的低洼区,除了原地生长的植被而外,还额外地接收了来自边坡和高地区大量有机物的输入。因此,煤系沉积的煤质构成和生烃潜力与边坡和高地区的煤系有着很大的差别。

正因为不同地理位置堆积的煤系不仅在岩性组合与煤质构成上有很大不同,而且在生烃潜力和生油生气能力上也有区别,我们对内陆沼泽按其发育的地理位置不同划分出了高位沼泽与低位沼泽两大类型。

所谓低位沼泽,就是在原始沉积体系的偏低洼部位形成的沼泽。由于是沼泽沉积体系最低洼的区域,在大部分时间里都为汇水所占据,所以往往形成湖沼相占主体的沉积组合,在岩性上表现为泥岩、炭质泥岩与煤层的互层。剖面上夹有的砂岩多为三角洲入湖形成的水下沉积体(图1—2)。在低位沼泽形成的沉积组合里,发育有三类生烃源岩,一类是常规的湖相泥质生烃泥岩,另一类是高炭泥岩,还有一类就是炭质泥岩和煤岩。湖相泥质岩的生烃特征与评价标准已有多部专著和教材给予论述,并作为陆相石油地质理论的重要组成部分,丰富了石油地质学的理论宝库。后两种生烃源岩则属新类型,是伴随着煤成油气藏的发现而兴起的生烃成藏理论研究分支。按照传统的石油地质理论,煤岩的形成环境是一种相对富氧的开放环境,有机质在埋藏之前,遭受了较还原环境强得多的氧化作用,一些生油组分大部分都遭受了破坏,保留下来的主要是惰性有机质,生烃潜力很差。新的研究成果显示,煤系源岩,包括煤岩和高炭泥岩具有生成商业性油气聚集的潜力。单位源岩生成石油的潜力由于母质类型较差,总的来说不如湖相和海相源岩好,但煤系源岩因量大而在总生烃规模上不比湖、海相源岩小。尤其对于低位沼泽区形成的煤系源岩来说,其自身环境宜于富生烃母质的堆积和保存。另外,偏于高地部位生长的植被随着一年四季的变化,要落叶、结果,这部分残果败叶会随地表径流逐渐被携带到低洼区堆积起来,就加大了低位沼泽区生油组分的丰度。煤岩有机地球化学研究表明,煤系源岩的主要生烃母质是基质镜质体、木栓质体、角质体、壳质体与树脂体。这些组分主要来自于植物皮层,叶片、果核与植物体内渗出物,以及木质纤维在生化阶段经厌氧细菌的强烈降解作用。它们使环境中的脂族成分加入,使得煤岩显微组分富氢,增大了生油的潜力。

另外,低位沼泽区形成的煤系除了源岩的生烃条件好之外,还发育比较理想的生储盖组合。原因是在与汇水湖盆邻接的沼泽区,随着季节的变化与盆地整体抬升和沉降的波动,湖水进退造成三角洲砂体与煤系和湖相泥岩在剖面上多次的进退与平面上的侧向交变,极易形成生储盖三位一体的配置,对于油气聚集成藏是有利的。

高位沼泽指的是在偏于原始沉积体系的边坡和高地部位,由于植被的覆盖和死亡而形成的沼泽相沉积组合,一般以河沼相占主体。在气候温湿的条件下,植被覆盖极其广泛,水系也十分发育。伴随着水系的摆动和迁移,水系岸边的植被便被埋藏。其中的果核、叶片和皮层与渗出物部分被氧化,部分被流水带走,而高大的树干则被埋藏下来形成煤层。这样水系周而复始的迁移和变化,就形成了剖面上砂岩与煤层的互层,并夹少量泥质岩沉积。其中的砂岩多为三角洲水上部分或河流相、洪积相。间夹的泥岩一般不纯,封盖性能也较差(图1—2、1—3)。作为生烃母质的煤岩显微组分构成,惰质组分占很高比例,富氢组分含量较低。因而生油潜力较差,且生储盖配置不理想。



(据薛叔浩, 1998)

a. 台北阿陷东部地区; b. 台北阿陷西部地区

沼泽类型	典型岩性组合	沉积旋回 沼泽河	地势与 水动力 环境	植被组合	生烃显微组合	生烃潜力 (S_1+S_2) ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	氢指数 $I_H/(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})$	实例
河成沼泽			潜水面以下的高位斜坡区	蕨类植物 少于 裸子植物	1. 镜质组平均占65%, 其中结构镜质体占60%±, 基质镜质体占10%~20% 2. 惰质组平均占30% 3. 壳质组占5%	50~100	< 200	沿密拗陷
湖成沼泽			潜水面以下的低位洼地	蕨类植物 多于 裸子植物	1. 镜质组平均占81%, 其中结构镜质体占10%~20%, 基质镜质体占80%~90% 2. 惰质组平均占10% 3. 壳质组平均占10%	100~400	200~500	吐鲁番拗陷台北地区

图 1—3 吐哈盆地侏罗纪不同成煤沼泽环境的煤质成烃性比较

二、原型盆地的含义与研究方法

(一) 原型盆地含义

本专著的中心议题是中国西北地区侏罗纪原型盆地恢复与演化分析。所以在绪论中就原型盆地的含义提出了作者自己的认识,并基于多年研究经验,就原型盆地的研究方法提出粗浅看法,与读者共同切磋。

原型盆地(original basin 或 prototype basin)系指在原始沉积阶段,于特定的构造环境中形成的并在整个盆地发育的大部分时间或以最大的频次为汇水所占据和侵漫的负向区域;地形上包括了低洼盆地及相关沉积体系所能涉及的广大边坡区。原型盆地的概念是相对于大量盆地被改造而提出的。盆地一旦改造,一系列原始沉积层系或部分被改造,或部分被保留,成为残留沉积层系。既然是残留沉积,所能保留的部分就不再是完整的沉积体系,那么究竟有无完整的生油岩、储集岩与盖层组合的保留就很难肯定。因此,残留沉积的石油地质条件差异很大。

就残留沉积来说,大致可以从成因上分为两种,一种是原始沉积体系的边缘在整体抬升作用控制下被剥蚀。作为体系的主体,沉积中心仍然被保留,也就是湖盆的主体还存在,因而主要湖区及与之相关形成的生储盖组合或完全或部分存在。我们称这种残留沉积为似原始盆地沉积。另一种则是一个或数个相互叠置的原始沉积层系在挤压或断陷过程中,由于地壳挤压诱发下拗或陷落而被保留下来,被保留部分是原沉积体系的一个部分,或生油岩发育,而储层条件欠缺,或储集岩发育,生、盖岩条件不理想,总之缺少良好的生储盖组合。

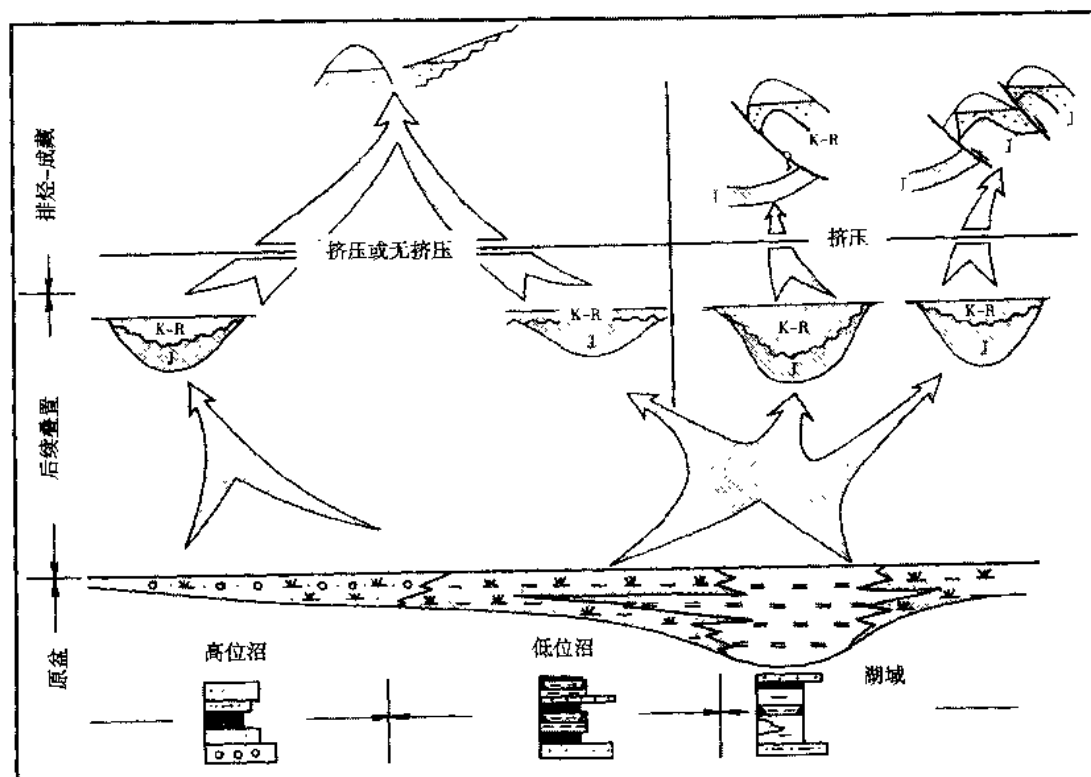


图 1-4 原型盆地及其后续盆地叠加改造与油气成藏示意图

图 1-4 是一张说明原型盆地与被改造后残留盆地内涵的图示。图幅的下半部表示了一期原始的沉积盆地，我们称为原型盆地。这个时期的沉积由于地形影响，汇水深浅不一，可以有一个或数个汇水相对较深、保持时间相对较长的负性洼地。而在边坡部位，形成水上沉积与主体的沉积组合，它是原始沉积体系的一部分，也隶属于原型盆地。图幅的中部表示了原型盆地经改造或叠置后产生继承与残留盆地的情况。很显然，那些原始沉积主体部位被后续盆地叠置后，就成为继承叠合盆地，现今盆地面貌基本上反映了原盆地的面貌。而原始沉积的一个部分或因剥蚀残留，或因断陷保存并被后续沉积所覆盖者，就成为改造型盆地或残留叠合盆地。两类盆地的石油地质条件与油气资源潜力有很大差别。

(二) 原型盆地研究方法

原型盆地被继承或被改造以后的石油地质条件差别很大，因此，对于改造型层系开展原型盆地的恢复与演化研究，对于油气勘探的实践来说就显得十分重要。

原型盆地恢复与重建涉及构造运动学、几何学与沉积学的内容，研究的范围涉及露头和地下，需要从多方面进行综合分析。

1. 古水流方向的确定

沉积学的研究涉及沉积环境的恢复，其目的是通过环境判明残留沉积在原始沉积体系中所处的地位，是原盆地恢复当中最重要也是最基础的内容。环境判识最基本的工作是通过