



高瑞祺 朱宗浩 郑国光 赵传本 等编著

中国含油气盆地孢粉学

石油工业出版社

中国含油气盆地孢粉学

高瑞祺 朱宗浩 郑国光 赵传本 等编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书总结了近半个世纪以来中国含油气盆地孢粉分析资料和研究成果,全书分总论篇、分区篇和综合篇。总论篇分2章,论述了中国中、新生代含油气盆地分布特征、含油气特征以及勘探现状,含油气盆地孢粉学发展历程,并介绍了晚古生代、中生代和新生代孢粉植物地理区建立的孢粉地层典型剖面;分区篇分5章介绍了各油气区孢粉组合特征,对孢粉地层作了对比,并就孢粉与气候、孢粉与油气等诸多问题提出了认识;综合篇分2章,进行了区间地层对比并讨论地层年代,阐述了孢粉地球化学在烃源岩中的应用研究。附孢粉化石图版45幅。

本书资料翔实,可供石油、煤炭、地质等部门从事生物地层工作及其相关学科的科研和教学人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

中国含油气盆地孢粉学/高瑞祺等编著.

北京:石油工业出版社,2000.6

ISBN 7-5021-3001-2

I.中...

II.高...

III.含油气盆地-古生物学:孢粉学

IV.Q913.84

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第62265号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

889×1194毫米 16开本 16.5印张 24插页 480千字 印1—800

2000年6月北京第1版 2000年6月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-3001-2/TE·2321

定价:80.00元

《中国含油气盆地孢粉学》编委会

顾问委员 宋之琛 王宪曾

主任委员 高瑞祺

副主任委员 赵传本 郑国光 朱宗浩（常务）

委员（以姓氏笔划为序）

马 纪 王 智 王锐敏 朱宗浩 花如洪 李经荣

李振雄 杨荣玉 陈永武 金小凤 郑国光 郑岳芳

赵传本 钟碧珍 高瑞祺 徐金鲤 唐升层 钱泽书

费安玮 傅智雁 詹家桢

前 言

2000年6月“第十届国际孢粉大会”在我国南京召开，这是全世界孢粉工作者的节日。为了迎接这次会议的召开，中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司的孢粉专家们成立了编委会，组织编写了《中国含油气盆地孢粉学》。在高瑞祺教授的带领下，20余名作者搜集整理并研究讨论了近半个世纪以来中国含油气盆地孢粉分析资料和研究成果，历经三年努力，编撰成此书。

全书分总论篇、分区篇和综合篇。

总论篇论述了中国中、新生代含油气盆地分布特征、含油气特征以及勘探现状，介绍了伴随着油气勘探我国含油气盆地孢粉学发展的艰难历程，并介绍了晚古生代、中生代和新生代各孢粉植物地理区建立的孢粉地层典型剖面，一个盆地一般只列有一个岩石地层序列，一个孢粉植物地理区也只选有一个孢粉地层序列。对这些孢粉组合不但说明其特征予以命名，而且界定了层位。

分区篇分西部区、中部区、东部区、南方区和东海与南中国海区等五章。各章分别介绍西北油气区、青藏油气区、鄂尔多斯油气区、川滇油气区、东北油气区、华北油气区、江淮油气区、粤桂油气区、东海及南中国海海域孢粉组合特征。这些孢粉资料大部分出自于原作者之手，本书只作了些技术性处理，突出了孢粉组合的特征。作者对各油气区孢粉地层作了精细对比，就有争议的问题作了论述，并就孢粉与气候、孢粉与沉积、孢粉演化、海侵及干旱事件、层序地层、孢粉与烃源岩等诸问题发表了意见。

综合篇用孢粉化石资料首先进行了孢粉植物地理区内各油气区间的地层对比，然后讨论了孢粉植物地理区间的地层对比，并尽量与海相化石相联系讨论地层年代，作者努力排除人为因素的影响，提出较为客观的结论。到目前，这样系统而详细的研究还是第一次，这也是大量孢粉研究成果积累的必然结果。用孢粉化石讨论油气生成与运移，这也是中国含油气盆地孢粉学研究的另一方面。作者综合了孢粉实验模拟、孢粉色变的研究成果及其应用方面的经验，提出了有价值的认识，并就原油孢粉，亦即孢粉与油气运移的研究作了讨论。

本书结语综述了晚三叠世、白垩纪海侵事件及早第三纪几度海侵的影响，还综述了早侏罗世及始新世的干旱事件，并提出了对中国油气勘探前景的认识以及中国含油气盆地孢粉学发展的方向。

依据岩层中孢粉化石定义和说明的岩石地层体，称之为孢粉地层。孢粉地层是本书讨论的主题，首先强调孢粉植物的演化，如泥盆纪的蕨类孢子、石炭一二叠纪裸子植物花粉、白垩纪的被子植物花粉等；其次，重视地质事件给孢粉植物带来的深刻影响，如早侏罗世末期的温暖事件，始新世晚期的干旱事件及中新世晚期的变暖事件。与以往有关的地层论著相比，用这样的观点及对比方法，必然会得出一些新的结论。

本书资料翔实，对国外孢粉界同行，它无疑是一部了解中国含油气盆地孢粉研究的系统论著；对中国年轻的孢粉工作者及石油工作者，它不失为一部全面系统具有指导意义的参考书。中国含油气盆地孢粉学研究经历了开创、发展和繁荣、成熟等三个时期，在中国含油气盆地勘探向老区深层及新区发展中，孢粉研究发挥了积极的作用。不过，孢粉地层研究一些方面的重要观点还有待为人们所理解并接受，因此，本书中简明地叙述了一些孢粉学的观点，谨慎地作出了有关结论，希望能让有关专家认同或引起学术争鸣。

《中国含油气盆地孢粉学》编写人员分工如下：总论篇第一章第一节高瑞祺，第一章第二节及第二章朱宗浩；分区篇第三章第一节詹家桢，第二节朱宗浩、席萍和乔子贞，第四章第一节傅智雁和耿国仓，第二节朱宗浩和边雪梅，第五章第一节赵传本、乔秀云和花如洪，第二节徐金鲤，第六章第

一节钱泽书、王锐敏、杨晓清和喻建新，第二节李经荣和杨荣玉，第七章李振雄；综合篇第八章第一节詹家桢，第二节花如洪和赵传本，第三节朱宗浩、杨青玲，第九章第一、二节郑国光和唐升层，第三节陶明华；结语高瑞祺、朱宗浩。全书由高瑞祺、朱宗浩统稿。

参考文献的编录由边雪梅完成，化石学名拉汉对照表由詹家桢、花如洪、李经荣和钱泽书分别提供晚古生代孢粉（含大孢子）、中生代孢粉、第三纪孢粉、藻类及几丁虫化石清单，后由边雪梅汇编完成。刘兆生、张一勇、何承全、范乃敏、彭维松和张金岩将多年珍藏的孢粉照片制成图版，附于文后。

《中国含油气盆地孢粉学》的编写，除了搜集中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司等孢粉研究资料，还引用了中国科学院南京地质古生物研究所、国土资源部中国地质科学院及其研究所的孢粉研究室及小组、中国新星石油公司的研究单位成果，由此本书涵盖了历年来众多孢粉专家的研究成果，所总结的中国含油气盆地孢粉学的结论，尤其有关孢粉地层方面的结论，为 21 世纪中国孢粉学的研究奠定了坚实的基础。

本书的编写自始至终得到了中国科学院南京地质古生物研究所宋之琛研究员、北京大学王宪曾教授热情的指导和帮助；胜利石油管理局地质科学研究院王薇波同志进行了手稿文字的录入工作，在此一并表示衷心的感谢。

本书涉及内容较广，由于编写时间短及编著者水平的限制，缺点及错误在所难免，敬请读者批评指正。

作 者

2000.6

目 录

总 论 篇

第一章 中国含油气盆地及其孢粉学研究简史	(3)
第一节 中国含油气盆地	(3)
一、西部区	(3)
二、中部区	(5)
三、东部区	(5)
四、南方区	(6)
五、东海与南中国海区	(7)
第二节 中国含油气盆地孢粉学研究简史	(8)
一、开创时期(1955—1975 年)	(8)
二、发展和繁荣时期(1976—1998 年)	(9)
三、成熟时期(始于 1999 年)	(12)
第二章 孢粉地层	(14)
第一节 古生界	(14)
一、石炭系	(14)
二、二叠系	(14)
第二节 中生界	(15)
一、三叠—侏罗系	(15)
二、白垩系	(16)
第三节 新生界	(18)
一、下第三系	(18)
二、上第三系	(20)

分 区 篇

第三章 西部区	(25)
第一节 西北油气区	(25)
一、上古生界	(25)
二、中生界	(34)
三、第三系	(39)
四、孢粉学研究进展	(42)
第二节 青藏油气区	(49)
一、侏罗系	(49)
二、第三系	(52)
三、第四系	(57)
第四章 中部区	(59)
第一节 鄂尔多斯油气区	(59)
一、鄂尔多斯盆地	(59)

二、富县组孢粉组合横向变化	(63)
三、诸小盆地孢粉地层	(63)
第二节 川滇油气区	(66)
一、四川盆地	(66)
二、云南的大型盆地	(71)
第五章 东部区	(75)
第一节 东北油气区	(75)
一、白垩系	(75)
二、下第三系	(79)
三、上第三系	(80)
四、区内对比	(80)
五、沟鞭藻及疑源类	(83)
六、关于孢粉地层学	(86)
第二节 华北油气区	(89)
一、典型剖面	(89)
二、下第三系沟鞭藻类和疑源类	(93)
三、区内对比	(95)
四、问题讨论	(99)
第六章 南方区	(102)
第一节 江淮油气区	(102)
一、三叠系	(102)
二、典型剖面	(102)
三、区内对比	(107)
四、沟鞭藻及疑源类	(109)
第二节 粤桂油气区	(110)
一、三水盆地	(110)
二、广西诸盆地	(112)
三、沟鞭藻与疑源类	(114)
第七章 东海与南中国海区	(116)
第一节 东海	(116)
一、下第三系	(116)
二、上第三系	(118)
三、海相沟鞭藻地层	(118)
第二节 南中国海	(120)
一、下第三系	(120)
二、上第三系	(122)
三、南海第三系海相沟鞭藻	(123)

综 合 篇

第八章 区间地层对比与地层年代	(127)
第一节 上古生界	(127)
一、泥盆系	(127)

二、石炭系	(127)
三、二叠系	(129)
第二节 中生界	(132)
一、三叠系	(132)
二、侏罗系	(136)
三、白垩系	(137)
第三节 第三系	(141)
一、下第三系	(141)
二、上第三系	(146)
第九章 孢粉地球化学与烃源岩	(149)
第一节 孢粉热模拟试验	(149)
一、孢粉色变热模拟实验	(149)
二、孢粉热模拟荧光观测	(152)
三、孢粉热模拟镜质组反射率测试	(152)
四、化石孢粉半透明度观测	(153)
五、孢粉热解生烃量分析	(153)
第二节 中国含油气盆地孢粉色变的应用	(155)
一、中生界	(155)
二、第三系	(157)
第三节 原油孢粉分析与油源探讨	(162)
一、原生油气藏原油孢粉分析及其意义	(162)
二、次生油气藏原油孢粉分析及其意义	(164)
三、复合型油气藏原油孢粉分析及其意义	(169)
结语	(173)
参考文献	(176)
化石学名拉汉对照表	(185)
图版说明	(217)
图版	(253)

总 论 篇

第一章 中国含油气盆地及其孢粉学研究简史

第一节 中国含油气盆地

中国大陆及其近岸海域位于欧亚板块、太平洋板块和印度板块的结合部位,地貌可分为多级阶梯,各级阶梯都分布着众多的沉积盆地。第一级阶梯以青藏高原为主体,分布有柴达木盆地、羌塘盆地等。第二级阶梯为青藏高原以北、以东,以至大兴安岭—太行山—巫山—雪峰山之间的广大区域,西北部分布有准噶尔盆地、吐哈盆地和塔里木盆地,以及河西走廊众多的侏罗纪小盆地;中部分布有鄂尔多斯盆地和四川盆地,东北部分布有海拉尔盆地以及众多的中生代裂谷盆地,亦称东北裂谷盆地群。第三级阶梯以松嫩平原、华北平原和长江中下游平原为主,北部分布有松辽盆地和三江盆地,中部分布有渤海湾盆地,南部分布有众多的第三纪小盆地及古生界残留盆地。第四级阶梯为从鸭绿江口至广西北仑河口海岸线以东、以南的中国大陆架,渤海、黄海、东海和南中国海,分布有众多的新生代盆地。

盆地是沉积分布的基本单元。区域构造控制盆地分布,也控制了盆地的沉积。前中生代,中国区域构造为东西走向,南北分区。中、新生代则为南北走向,东西分区。中国的石油天然气资源主要赋存于中、新生代盆地,因此本书采用南北走向及东西分区的方案,分为西部区、中部区、东部区、南方区,以及东海和南中国海区。西部区与中部区以贺兰山—横断山为界,中部区与东部区和南方区以太行山—巫山—雪峰山为界。

中、新生代,中国有 424 个沉积盆地,其中 79 个盆地的面积大于 $1 \times 10^4 \text{km}^2$ 。这些盆地为板内盆地,其构造复杂,陆相沉积发育。按盆地动力机制,中国中、新生代含油气盆地可分为压陷型、稳定地块型和伸展型三类。压陷型含油气盆地分布于西部区,包括西北油气区和青藏油气区。稳定地块型含油气盆地分布于中部区,包括鄂尔多斯油气区及川滇油气区。伸展型含油气盆

地分布于太行山—雪峰山以东的广大地区及海域,包括东部区的东北油气区和华北油气区,南方区的江淮油气区和粤桂油气区,以及东海和南中国海区(图 1-1)。

中国含油气盆地的含油气岩系,纵向上大体可分为上、下两大套。下含油气岩系生储盖组合主要为中上元古界、古生界,可延伸至中、下三叠统,以海相沉积为主的岩系。上含油气岩系生储盖组合主要为中、新生界,还可以包括石炭—二叠系以陆相沉积为主的岩系。上含油气岩系含有丰富孢粉化石的地层为良好烃源岩,或为良好盖层,一些储集岩的泥岩夹层也含有较丰富的孢粉化石,这是中国含油气盆地孢粉学的主要研究对象。

中国含油气岩系,从太古界至第四系均有发现。就层位而论,石油探明储量以中、新生界为主,约占总储量的 80%~90%,其中新生界约多于中生界,古生界约占总储量的 10%;天然气探明储量中,元古界至古生界、中生界至新生界的储量各占一半。就分布地区而论,石油储量以东部区为主,约占总储量的 60%,天然气储量以中部区和西部区为主,约占总储量的 80%以上。就盆地大小而论,70%以上的油气资源分布于面积 $10 \times 10^4 \text{km}^2$ 以上的盆地中,主要有准噶尔盆地、塔里木盆地、柴达木盆地、鄂尔多斯盆地、四川盆地、松辽盆地、渤海湾盆地、东海盆地及南中国海的几大盆地。中国主要沉积盆地的含油气特征介绍如下。

一、西部区

1. 西北油气区

西北油气区处于六盘山以西,包括塔里木和河西走廊及其以北的广大地区。新疆境内有准噶尔盆地、吐哈盆地、塔里木盆地,还有伊宁盆地、三塘湖盆地和焉耆盆地等。河西走廊有酒泉盆地。

准噶尔盆地面积为 $13.0 \times 10^4 \text{km}^2$,其中石炭—二叠系、上三叠统至中侏罗统、下第三系均含油源岩。石炭—三叠系油源岩分布于盆地西北缘

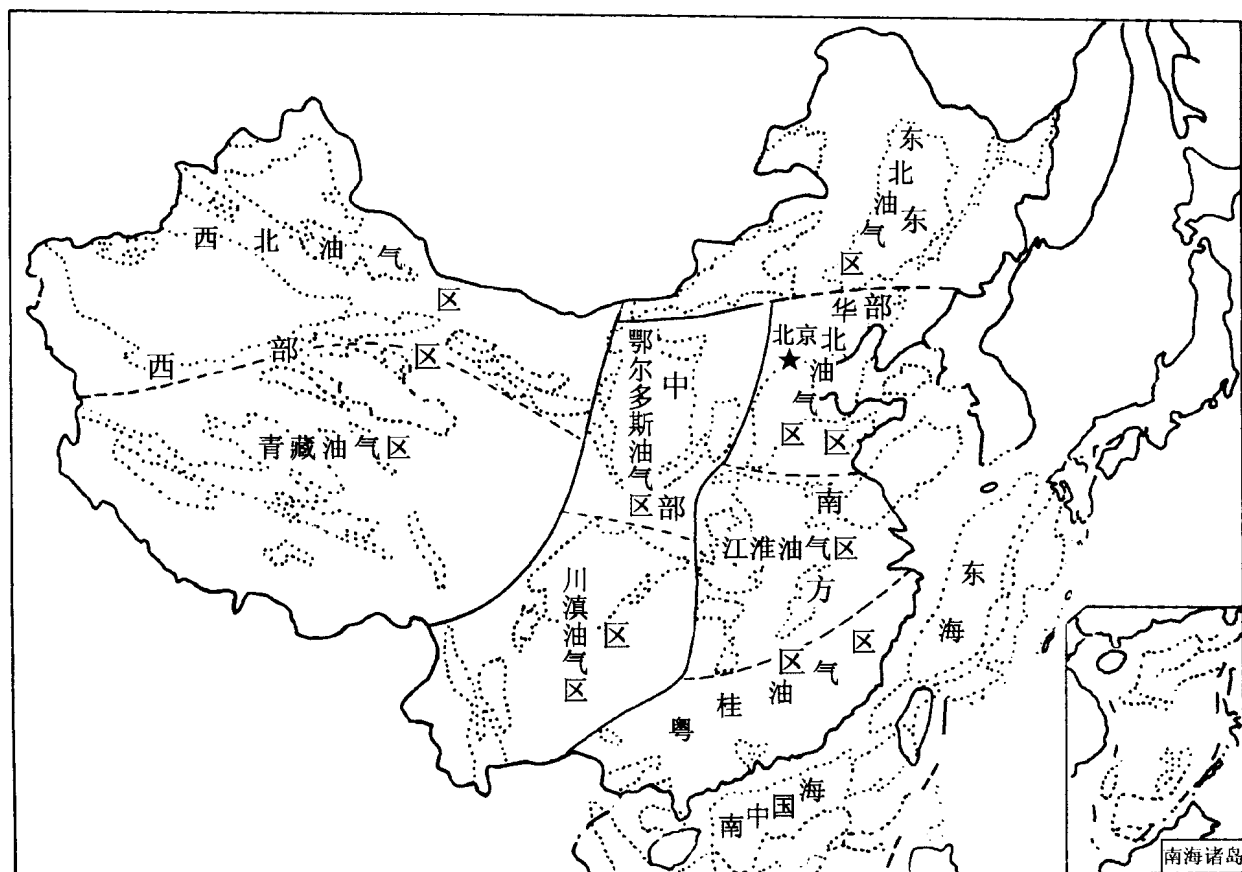


图 1-1 中国油气区划分图 (据翟光明等, 1996, 并略修改)

及盆地东部, 上二叠统湖相沉积为主要油源层, 其资源量占盆地总资源量的 67.5%, 是克拉玛依地区的主要油源层。侏罗系油源岩主要分布于盆地南缘天山山前。下第三系油源岩分布于盆地南缘西部, 安集海河组为湖相沉积, 其油气资源量较少, 是独山子油田的油源层。盆地石油资源量为 $56.9 \times 10^8 \text{t}$ 。油气勘探目的层为二叠系、中生界和下第三系。该地区 50 年代已开始大规模油气勘探, 目前, 勘探程度较低, 探明石油地质储量不足资源量的三分之一。

吐哈盆地在中侏罗世与准噶尔盆地分离, 位于其东南部, 面积为 $5.4 \times 10^4 \text{km}^2$ 。上二叠统、中上三叠统、中下侏罗统均可生成油气, 其中以中下侏罗统为主。盆地石油资源量为 $15.8 \times 10^8 \text{t}$, 天然气资源量为 $0.4 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。油气勘探目的层为上三叠统至第三系, 50 年代发现胜金口油田, 80 年代发现多个油田, 是新疆重要的产油气地区。

塔里木盆地面积为 $56.0 \times 10^4 \text{km}^2$, 是中国最大的沉积盆地。塔里木地台沉积为盆地的基底,

震旦系及下古生界均有生烃能力。海相石炭—二叠系分布广泛, 其有机质丰度高, 是好或较好的烃源层。三叠系—中下侏罗统分布于北部坳陷北部至库车坳陷, 三叠系烃源岩成熟度较低, 北部坳陷为主要生烃区; 中下侏罗统含较好油源层, 生烃中心为库车坳陷和西南坳陷。上白垩统一下第三系海侵沉积亦可生烃, 主要分布于西南坳陷。盆地石油资源量为 $107.6 \times 10^8 \text{t}$, 天然气资源量为 $8.4 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。50 年代末, 发现库车坳陷依奇克里克油田, 90 年代进行大规模油气勘探, 其目的层为奥陶系、石炭—二叠系、中生界及第三系, 目前在库车坳陷已探明克拉 2 等大气田, 该地区是极有潜力的勘探新区。

新疆境内, 在焉耆盆地已发现油田, 还有伊宁盆地、三塘湖盆地等都是勘探新区, 它们的烃源层及勘探目的层与其相邻盆地相同。

酒西盆地面积为 $1.2 \times 10^4 \text{km}^2$, 油源层为中下侏罗统及下白垩统, 石油资源量为 $2.7 \times 10^8 \text{t}$ 。油气勘探目的层为志留系、中下侏罗统、下白垩

统及第三系。30年代发现老君庙油田,年产原油 $6.79 \times 10^4 \text{t}$ 。50年代发现多个油田,年产原油达 $100 \times 10^4 \text{t}$,是中国的老油区。

河西走廊还有多个盆地,其地质条件与酒西盆地相仿。

2. 青藏油气区

青藏油气区系指昆仑山—祁连山以南、横断山以西的高原区。该区沉积盆地众多,青海境内柴达木盆地含油气丰富,还有民和盆地。西藏境内仅伦坡拉盆地开展了钻探,产油气,其余的盆地均处于勘探评价初始阶段。

柴达木盆地面积为 $9.7 \times 10^4 \text{km}^2$,北部冷湖—南八仙一带烃源层为中、下侏罗统,西部烃源层为下第三系,东部烃源层为第四系。石油资源量为 $12.4 \times 10^8 \text{t}$,天然气资源量为 $0.3 \times 10^{12} \text{m}^3$,勘探目的层为侏罗系、第三系及第四系。50年代中期,开始大规模油气勘探,现已发现16个油田,其中以尕斯库勒油田最大,石油探明地质储量达 $2.0 \times 10^8 \text{t}$ 以上,天然气探明地质储量超过 $0.2 \times 10^{12} \text{m}^3$,由于气候及地形条件恶劣,勘探尚处于低级阶段。

民和盆地面积为 $1.1 \times 10^4 \text{km}^2$,烃源层为中侏罗统窑街组,石油资源量为 $3 \times 10^8 \sim 4 \times 10^8 \text{t}$ 。50年代中期开始钻探,目的层为侏罗系及白垩系,发现了几个小油田。

伦坡拉盆地面积约 $0.4 \times 10^4 \text{km}^2$,其中下第三系牛堡组及丁青组具生烃能力。60年代末开始钻探,红星6井获工业油流。

西藏的可可西里、羊湖、羌塘、羌塘南、昂拉、措勒、定日—岗巴等处十几个较大的盆地中,古生界、中生界海相沉积发育,油气勘探已开展初期评价,是勘探新区。

二、中部区

1. 鄂尔多斯油气区

鄂尔多斯油气区处于贺兰山及太行山之间,北以阴山为界,南以秦岭为界。该区以鄂尔多斯盆地为主体,其北面有河套盆地,西面有巴彦浩特盆地、银川盆地、六盘山盆地,东面有沁水盆地,南面有渭河盆地。

鄂尔多斯盆地面积为 $33.0 \times 10^4 \text{km}^2$,中国人最早记载了该盆地油苗。其基底为华北地台,海相元古界及下古生界均可生烃,石炭—二叠系为主要气源岩,上三叠统及中侏罗统为油源层。盆

地石油资源量为 $25.0 \times 10^8 \text{t}$,天然气资源量为 $4 \times 10^{12} \text{m}^3$,油气勘探目的层为奥陶系、石炭—二叠系、三叠系和侏罗系。20世纪初发现延长油田,至今,勘探已有近百年的历史。黄土高原遍布黄土塬,地形条件差,油气勘探程度较低,石油探明地质储量约为资源量的八分之一,天然气探明地质储量不足资源的十分之一。

河套盆地面积为 $4 \times 10^4 \text{km}^2$,下白垩统及下第三系均有油源岩,石油资源量为 $5.5 \times 10^8 \text{t}$ 。80年代开始深井钻探,下白垩统产少量原油,下第三系有油气显示。

银川盆地面积为 $0.7 \times 10^4 \text{km}^2$,石油资源量为 $0.6 \times 10^8 \text{t}$ 。六盘山盆地面积为 $1.4 \times 10^4 \text{km}^2$,石油资源量为 $1.7 \times 10^8 \text{t}$ 。这些盆地的石油地质特征与河套盆地相似。

2. 川滇油气区

川滇油气区西以横断山为界,东大致以雪峰山为界,包括四川盆地及云贵高原。云贵高原有楚雄盆地和兰坪—思茅盆地。

四川盆地面积为 $18.8 \times 10^4 \text{km}^2$,海相前寒武系灯影组、下寒武统、志留系、下二叠统及三叠系均具较好烃源层,陆相中、下侏罗统含油源岩。盆地天然气资源量为 $1.2 \times 10^{12} \text{m}^3$,石油资源量为 $11.5 \times 10^8 \text{t}$ 。油气勘探目的层为前寒武系灯影组、下奥陶统、中石炭统、二叠系、三叠系及中下侏罗统。50年代中期,下三叠统嘉陵江组获工业气流,目前天然气探明地质储量约占资源量的三分之一,石油探明地质储量约为 $0.7 \times 10^8 \text{t}$ 。

楚雄盆地面积为 $3.7 \times 10^4 \text{km}^2$,上三叠统为主要烃源层,此外中上泥盆统、上侏罗统和上白垩统亦可生烃。三叠系石油资源量为 $5.2 \times 10^8 \text{t}$,天然气资源量为 $0.6 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。盆地西部勘探目的层为海相中、上泥盆统一上三叠统,中部为陆相上侏罗统及下白垩统,此外上三叠统一下侏罗统分布很广,亦为勘探目的层,70年代已开始钻探,为勘探新区。

兰坪—思茅盆地面积为 $5.2 \times 10^4 \text{km}^2$,二叠系、三叠系、侏罗系及上第三系均可作为烃源层,石油资源量为 $1.4 \times 10^8 \text{t}$,天然气资源量为 $0.4 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。20年代开始钻探,景谷地区发现上第三系油气,有几口生产井,已累积产油数万吨。

三、东部区

1. 东北油气区

东北油气区占据阴山—燕山以北的广大东北地区。该区可分为三带,大兴安岭以西为西带,发育有海拉尔盆地和二连盆地;大兴安岭与张广才岭之间为中带,发育有松辽盆地,东边缘发育有伊兰—伊通地堑,南端有抚顺盆地;张广才岭以东为东带,发育有三江盆地、鸡西盆地等。

海拉尔盆地面积为 $4.4 \times 10^4 \text{ km}^2$, 烃源层为上侏罗统至下白垩统。白垩系石油资源量为 $5.3 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $0.2 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。油气勘探主要目的层为侏罗系, 80 年代钻探, 已获工业油流。

二连盆地面积为 $7.6 \times 10^4 \text{ km}^2$, 其石油地质特征与海拉尔盆地相似。白垩系石油资源量为 $9.4 \times 10^8 \text{ t}$, 80 年代进行大规模钻探, 石油探明地质储量约为 $2 \times 10^8 \text{ t}$ 。

松辽盆地面积为 $26.0 \times 10^4 \text{ km}^2$, 上侏罗统为深层烃源层, 上白垩统为中浅层烃源层, 石油资源量为 $101.9 \times 10^8 \text{ t}$ 。油气勘探目的层为侏罗—白垩系, 50 年代末发现大庆油田, 石油探明地质储量为 $61 \times 10^4 \text{ t}$, 该盆地建有中国最大的石油基地。

伊兰—伊通地堑面积为 $0.6 \times 10^4 \text{ km}^2$, 烃源岩属下第三系, 石油资源量为 $4.5 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $0.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。80 年代, 地堑南部发现长春油田。

抚顺盆地处于东北油气区南端, 为下第三系含煤盆地, 盛产油页岩。

三江盆地面积为 $5.5 \times 10^4 \text{ km}^2$, 海相上侏罗统及下白垩统含烃源层, 石油资源量为 $3.0 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $0.6 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。鸡西盆地面积为 $0.4 \times 10^4 \text{ km}^2$, 石油地质条件与三江盆地相同, 石油资源量为 $0.25 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $290.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。这些盆地的油气勘探处于初期评价阶段。

2. 华北油气区

华北油气区北面以燕山为界, 西以太行山为界, 东含渤海海域, 南以郑州—徐州一带为界。南界有隐状的古黄河断裂和丰沛隆起带, 此为秦岭断裂褶皱带的北支。

华北油气区主要为渤海湾盆地。盆地面积为 $22.0 \times 10^4 \text{ km}^2$, 下第三系孔店组二段、沙河街组及东营组均可生烃, 其中以沙河街组为主, 石油资源量为 $228.5 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $2.6 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。其含油层系多, 为一复式含油气盆地,

分为七个拗陷, 即辽河拗陷、冀中拗陷、黄骅拗陷、渤中拗陷、临清拗陷、济阳拗陷和昌潍拗陷。油气勘探目的层多, 以下第三系及上第三系为主, 太古界至中生界潜山也可含油气。60 年代进行大规模油气勘探, 相继建立了五个石油工业基地, 其中胜利油区最大, 有中国排名第二的石油工业基地, 它占据了济阳拗陷、昌潍拗陷及临清拗陷的一部分。

另外, 鲁西南寿张、大汶口、平邑、济宁、成武、鱼台等处分布有中、新生代盆地, 其面积均较小, 上侏罗统及下第三系可生烃, 有油气显示, 大汶口盆地产少量油气。

胶莱盆地陆地面积为 $1.2 \times 10^4 \text{ km}^2$, 下白垩统生烃, 石油资源量为 $1 \times 10^8 \text{ t}$, 见少量石油及沥青, 是勘探新区。

四、南方区

1. 江淮油气区

江淮油气区北以郑州—徐州为界、西以武当山—雪峰山为界、南以南岭为界, 包括了长江中下游及淮河流经的广大地域。该区有南华北盆地、南襄盆地、苏北盆地、江汉盆地等。

南华北盆地挟持于秦岭构造北支与南支之间, 横跨河南及安徽两省, 面积为 $1.1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。华北地台为盆地基底, 可分为开封拗陷、周口拗陷和合肥拗陷, 石炭—二叠系、上三叠—中下侏罗统、白垩—下第三系具生烃能力, 石油资源量为 $2.4 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $0.3 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。石炭—二叠系、中生界及下第三系为勘探目的层, 周口拗陷下第三系获少量工业油流。

南襄盆地面积为 $0.5 \times 10^4 \text{ km}^2$, 下第三系核桃园组为重要烃源层, 石油资源量为 $3.6 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $240.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。油气勘探目的层为下第三系, 1970 年南阳拗陷发现魏岗油田, 1974 年泌阳拗陷发现储量亿吨的双河油田。目前, 石油勘探地质储量约为石油资源量之半。

苏北盆地面积为 $3.6 \times 10^4 \text{ km}^2$, 下第三系具生烃能力, 石油资源量为 $4.0 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $0.6 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。油气勘探目的层为上白垩统—下第三系, 已发现 30 余个油田, 石油探明地质储量尚不及资源量之半。

江汉盆地面积为 $3.6 \times 10^4 \text{ km}^2$, 下第三系新沟嘴组及潜江组具生烃能力, 石油资源量为 $3.4 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $0.3 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。油气勘探

目的层为白垩一下第三系, 已发现 25 个油田, 石油探明地质储量大约只为资源量的三分之一。

2. 粤桂油气区

粤桂油气区主要指南岭以南的广东、广西地区。其中三水盆地、百色盆地产油, 十万大山盆地、合浦盆地是待勘探的新区。

三水盆地为广东陆地最大的沉积盆地, 面积为 $0.3 \times 10^4 \text{ km}^2$, 下第三系坳心组为烃源层, 石油资源量为 $0.2 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $107.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。油气勘探目的层为白垩系一下第三系, 70 年代开始钻探, 数十口井获工业油流, 且有的井产 CO_2 。龙归盆地与三水盆地紧邻, 同为下第三系残留盆地。

百色盆地面积为 $0.08 \times 10^4 \text{ km}^2$, 下第三系具生烃能力, 其中那读组和百岗组为主要烃源层, 石油资源量为 $1.4 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $109.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。油气勘探目的层为第三系, 已发现十个油田或含油构造。

合浦盆地陆地面积为 $0.24 \times 10^4 \text{ km}^2$, 下第三系上洋组及酒席坑组具生烃能力, 石油资源量为 $0.3 \times 10^8 \text{ t}$ 。油气勘探目的层为酒席坑组, 盆地向西南方向伸入北部湾浅海海域, 是勘探远景区。

十万大山盆地面积为 $1.2 \times 10^4 \text{ km}^2$, 海相上古生界及三叠系为烃源层, 石油资源量为 $5.1 \times 10^8 \text{ t}$, 油气勘探目的层为古生界及中生界。盆地中, 有多个第三系坳陷, 下第三系具生烃能力。南宁坳陷面积为 870 km^2 , 石油资源量为 $0.8 \times 10^8 \text{ t}$ 。宁明坳陷面积为 300 km^2 , 石油资源量为 $0.3 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $11.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。上思坳陷面积为 360 km^2 , 也有一定的油气资源。

中国南方中、新生代陆相沉积盆地不发育, 且多为残留盆地。该区中、古生界海相碳酸盐岩分布广泛, 是今后勘探有利的新区。

五、东海与南中国海区

1. 东海

东海海域主要有东海盆地, 呈北东向伸展。

东海盆地面积为 $25.0 \times 10^4 \text{ km}^2$, 下第三系为海陆交互相沉积, 是好或较好的烃源层。油气勘探目的层为第三系, 70 年代末开展大规模勘探, 平湖 1 井获工业气流或高产油气流。

2. 南中国海

南中国海海域有十几个盆地, 有丰富的油气资源。第三纪, 北部大陆架的北部湾盆地、莺歌海—琼东南盆地、珠江口盆地、台西盆地和台西南盆地大体经历了由分割湖盆或半封闭海到统一海盆的历史, 湖相及海相泥岩大面积分布, 大部海域盖层条件良好, 有利于油气成藏。

北部湾盆地面积为 $2.0 \times 10^4 \text{ km}^2$, 石油资源量为 $16.7 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $0.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。珠江口盆地面积为 $17.8 \times 10^4 \text{ km}^2$, 石油资源量为 $68.0 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $1.3 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。莺歌海—琼东南盆地面积为 $16.2 \times 10^4 \text{ km}^2$, 石油资源量为 $49.7 \times 10^8 \text{ t}$, 天然气资源量为 $4.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。70 年代末至今, 对外合作勘探, 油气探明地质储量迅速增长。

另外, 台西盆地面积约 $9 \times 10^4 \text{ km}^2$, 台湾中西部山脉及海岸平原是其陆地出露部分。盆地石油资源量为 $7.3 \times 10^8 \text{ t}$, 已发现十多个油气田及含油气构造, 其中出磺坑油田是中国发现最早的油田之一。

台西南盆地面积约 $6 \times 10^4 \text{ km}^2$, 台南、高雄、屏东及恒春半岛一带是其陆地出露部分。盆地海相白垩系及第三系沉积是有利的烃源岩, 石油资源量为 $3.3 \times 10^8 \text{ t}$, 中新统为主要目的层, 已发现数个油气田。

在 1949 年以前, 中国只发现了独山子油田、老君庙油田、延长油田和出磺坑油田, 原油年产量最高为 $32 \times 10^4 \text{ t}$ 。

50 年代初期, 中国的油气勘探集中于西部区, 如准噶尔盆地、酒西盆地及柴达木盆地, 同时四川盆地大规模的油气勘探已经开始。

50 年代中期, 勘探战略东移。1959 年, 松辽盆地发现大庆油田, 结束了中国依靠进口石油的历史。60 年代, 渤海湾盆地发现了多个大油田。70 年代, 江淮油气区发现数十个中、小型油田。80 年代, 海域油气勘探有了重大进展。现在, 中国原油年产已达 $1.6 \times 10^8 \text{ t}$ 以上, 进入了世界产油大国的行列。

中国油气勘探的历史, 是中国勘探石油的人们改天换地的历史。而中国石油孢粉研究者艰苦探索含油气盆地孢粉学的历史, 是中国石油发展史中有意义的篇章。

第二节 中国含油气盆地孢粉学研究简史

1949年以前中国生产的石油和天然气很少,对含油气盆地的孢粉研究更是一片空白。到50年代中期,新中国大规模地进行油气勘探,含油气盆地孢粉学研究得到迅速发展,回顾这半个世纪的研究历程大致可分为开创时期、发展和繁荣时期以及成熟时期三个阶段。

一、开创时期(1955—1975年)

建国初期,中国含油气盆地大规模的勘探始于西部区,即甘肃、青海及新疆,孢粉分析研究亦开始于酒西盆地和柴达木盆地。徐仁(1955)

“植物碎片和孢子花粉的研究及其在地质学上的意义”和他(1956)“吐鲁番、酒泉和柴达木盆地第三纪沉积中的孢粉组合和其地质时代”的文章最早报导了含油气盆地孢粉研究动态,他(1956)还分析了当时中国孢粉学的现状,并展望了孢粉分析在中国的发展。

西部区是中国含油气盆地孢粉学研究的试验地,徐仁、宋之琛、周和仪研究了酒西盆地新民堡群和柴达木盆地第三系的孢粉,50年代中、后期这些成果相继发表。

下新民堡群,当时称为下惠回堡系。徐仁等(1956)从其下部的三块样品中获得133粒孢粉,从其顶部同层的两块样品中获得了80粒化石。他们将下新民堡群下部及顶部孢粉类型分为10~20种成员作了描述,并进行了统计。文章研究了孢粉组合的特征,与国内大植物化石相联系讨论了地质时代,并与德国及前苏联的孢粉资料作对比,得出下新民堡群的时代属早白垩世韦尔登期(Wealden)至阿尔布期乃至晚白垩世赛诺曼期。徐仁等(1974)再次研究酒泉下新民堡群孢粉组合时,对上述结论只作了微小修改,订正下新民堡群的时代为韦尔登期至阿尔布期。可见,孢粉学用于含油气盆地的地层对比,一开始就显现了很强的生命力。作者还讨论了下新民堡群沉积时期的地理环境,认为其顶部的沉积是酒泉油矿石油的一种来源,并讨论了陆源沉积环境用于解决石油成因的问题。由此可见,为石油地质学服务,这也是中国孢粉学一个重要的特色。

与此同时,徐仁等对柴达木盆地第三系孢粉

进行了大量的分析研究。1955年,徐仁分析了该盆地黄石剖面的孢粉,1956年冬分析了西岔沟剖面的样品,对盆地第三纪植物群的发展有了初步了解。1957年,宋之琛和周和仪分别承担了盆地东部、西部的研究工作,鉴定了七八百块样品,对整个盆地第三纪沉积中的孢粉组合有了初步认识。1958年,徐仁等发表了“柴达木盆地第三纪沉积中的孢粉组合及其在地质学上的意义”一文。作者分析了八条地质剖面样品,获得1315粒孢粉化石,总结了盆地第三纪植物群发展阶段,确定各组的地质时代,并以此讨论井下剖面的孢粉地层。该文是中国孢粉学研究初期的代表作,文章附图版六个,含几十种孢粉类型。

值得回味的有两件事:一是上干柴沟组当时称为千层山统,徐仁等(1958)确定其时代为晚渐新世,尔后曾为其他门类化石的研究而否定,直至杨藩等(1992)用磁性地层柱才证实原结论是正确的;二是中国孢粉界70年代末至80年代初争论的关于楝粉属与拟白刺粉属的划分,早在该文中图版V图8、图9就已将厚壁的此类三孔沟花粉定为白刺属(*Nitraria*)。

50年代,研究中国含油气盆地孢粉的人数很少。孢粉分析获得的化石较少,一是分析红层样品、地面剖面样品太多,二是分析方法尚存缺陷。孢粉用自然属命名,定种相当困难,鉴定的孢粉类型较少。这一时期,坡克罗夫斯卡娅(1950)编辑的《孢粉分析》(王伏雄等译,1956)和中国科学院植物研究所形态室孢粉组编著的《中国植物花粉形态》在中国孢粉界有很大的影响。

还要提及的是:欧阳舒(1962,1964)研究中国南北方二叠系孢子花粉,均用形态属命名;张璐瑾(1963,1965)研究河南中生代孢粉,倾向于用当时所称的“器官属”命名,并建立了金毛狗孢属(*Cibodiuimspora*);宋之琛等(1964)研究山东第三纪孢粉,用自然属命名,并试图鉴定到种,但描述的种很少。这就是中国孢粉学的开创时期,古生代孢粉以形态属命名,中生代孢粉以“器官属”命名,新生代孢粉以自然属命名的方案。他们的研究成果,反映了当时中国孢粉学研究的水平,并编辑于宋之琛等(1965)的《孢子花粉分析》一书中。

在这个开创时期,孢粉实验室的创建是一项重要工程。50年代末,中国油气勘探重点向东部