

中国石油地质学

王 尚 文 主 编

王尚文 张万选 张厚福 谭试典 编著

石 油 工 业 出 版 社



15355

中国石油地质学

王尚文主编

王尚文 张万选 张厚福 谭试典 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是一部专著。书中以大量的实际资料为基础，结合国内外石油地质学的新进展，对中国石油地质基本特征进行了比较全面的论述。

本书以板块构造理论为基础，介绍了中国大地构造轮廓、含油气大区划分及其演化特征；论述了油气的成因及中国生油岩的分布规律；并对油气藏形成的基本条件进行了分析，详细地介绍了中国油气藏的成因类型。书中最后讨论了中国含油气盆地的成因类型，对主要含油气盆地的地质构造作了介绍，并总结了我国油气分布规律，对中国含油气远景及石油地质科学的发展进行了展望。

本书内容丰富，图文并茂，理论与实际相结合，是从事石油地质勘探的科研、生产、教学人员的良好参考书。

中 国 石 油 地 质 学

王 尚 文 主 编

王尚文 张万选 张厚福 谭试典 编著

*

石油工业出版社出版

(北京安定门外外馆东后街甲36号)

人民交通出版社印刷厂排版

通县曙光印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 221/4印张 557千字 印1—2,300

1983年12月北京第1版 1983年12月北京第1次印刷

书号:15037·2445 定价:2.35元

序

中华人民共和国成立之初,共产党和人民政府十分重视我国石油和天然气之开发利用,并组织力量进行石油普查、勘探。少数年长的石油地质工作者不相信“中国贫油”,也不相信有些人认为的“油只在西北”的说法。在国务院的正确领导下,在五十年代中期,展开了全国范围的石油普查,随即在几个大型盆地进行了系统钻探,首先在松辽平原获得重大突破,建成了大庆油田,继而在华北平原建成了胜利油田和大港油田,以及下辽河、任丘、中原等油田。七十年代后期,我国石油年产量超过一亿吨,其中大庆油田产量就达五千万吨。“贫油”的中国,一跃而进入世界产油大国的行列。

三十多年的石油天然气普查、勘探、开发、生产的科学技术资料确实是大量的,真可以说是“汗牛充栋”。特别值得指出的是这些珍贵资料,是中国工人、特别是中国科技人员,经过大量的长期的实践积聚起来的,这是中国人民的骄傲。遗憾的是上述资料是原始的,分散的,大部分没有进行加工整理;虽然也出版了几种杂志,报导了一些科研成果,但系统性的大型著作一直没有出现,这对继续进行石油勘探事业颇为不利,也影响科学技术成果的交流。

我的老朋友王尚文同志有鉴于此,几年来组织他的同事张万选、张厚福、谭试典等同志编写成《中国石油地质学》一书,即将由石油工业出版社正式出版,这是非常及时的。王尚文同志1939年毕业于清华大学地质系,早在1945~1949年就参加了原中国石油公司甘青分公司的石油勘探工作。解放后他先后参加了西北石油管理局和青海石油管理局的勘探工作,担任总地质师;1961~1965年他被调到华东石油勘探局担任总地质师,参加了华北(山东)石油会战,并主持了地质工作。1965~1973年他转而担任北京石油学院教授,主编了一套石油地质教材。1973~1983年的十年中,他担任石油工业部石油地球物理勘探局总地质师。在将近四十年的石油地质工作中,王尚文同志不但积累了丰富的实践知识,而且对国内的石油地质资料进行了初步整理。尤其可贵的是他在晚年学习和熟悉了最新的石油物探理论和方法,把地质和物探密切地结合起来,这样的人才在国内是不多的。

《中国石油地质学》是一部五十多万字的巨著,书中附有350多幅插图和大型图件,全书分四篇十章。第一篇从中国大地构造的轮廓出发,重点讨论中国含油气大区的划分及其特点。第二篇主要叙述油气藏形成的基本条件和我国油气藏主要类型。第三篇叙述油气藏形成的基本条件和我国油气藏主要类型。第四篇阐述我国含油气盆地的分布规律,着重介绍十六个含油气盆地的特征,重点介绍十六个含油气盆地的构造演化史和构造单元的进一步划分,以及油气分布规律上的若干特点。

本书材料丰富,描述详尽,系统性和理论性都很强,具有中国石油地质学的特色。它不但可以做石油学院和大学石油地质系的教材,而且可以供广大石油地质工作者参考使用。

我们知道,中国的石油勘探工作从六十年代后期起,已进入东部和南部大陆架浅海地区,但由于浅海地区至今尚未投入正式生产,故本书在这方面的论述较少。我们相信,本书出版后,更多的中国石油地质书籍将接踵而来,这当然是广大读者所欢迎的。

本书方脱稿,为开发我国石油和天然气资源而毕生努力奋斗的王尚文同志竟因患心脏病于一九八三年元月八日霍然长逝!这是中国科技界的重大损失,我个人也为失去了一位老朋友而感到悲痛。本书之出版稍稍满足了尚文同志的多年愿望。尚文同志有知,或当含笑于九泉!

黄汲清

1983年7月19日于北京

前 言

中华人民共和国成立三十多年来，全国普遍开展了油气普查勘探工作，积累了丰富的地质、地球物理资料，给石油地质科学研究工作，创造了十分有利的条件。在石油工业部领导的关怀下，在石油工业部石油地球物理勘探局的支持下，我们经过近两年的时间编写了《中国石油地质学》一书。

本书由王尚文教授主编，参加撰写的人员有张万选副教授、张厚福副教授、谭试典工程师。初稿完成后，一九八二年七月十日至七月十三日召开书稿评审会。邀请了大庆石油学院杜博民教授、石油工业部石油勘探开发科学研究院副院长田在艺总地质师、武汉地质学院陈发景教授、成都地质学院童崇光副教授、中国地质科学院任纪舜副研究员、石油工业部石油勘探开发科学研究院张恺高级工程师、杨祖序总地质师、中国石油学会副秘书长张金泉总地质师、石油工业部科学技术情报研究所白正之副所长、胡文海高级工程师、石油工业出版社编辑部主任郑育琪及李希文工程师等，在河北省涿县石油工业部石油地球物理勘探局对书稿进行了评审。与会专家学者对书稿作了充分的肯定，同时也提出了许多宝贵意见。在此基础上对书稿又进行了修改和补充。

在本书撰写过程中，曾得到地质矿产部、中国科学院、中国地质科学院、石油工业部各油田、管理局、勘探指挥部及石油工业部石油勘探开发科学研究院、中国石油学会、华东石油学院北京研究生部、武汉地质学院北京研究生部等单位的大力支持和帮助，石油地球物理勘探局研究院制图室绘制了部分图件，在此致以诚挚的谢意。

我们要特别感谢中国科学院学部委员、中国地质学会理事长黄汲清教授，他始终关怀着本书的撰写和出版，并在百忙之中为本书写了序言，在此我们再次表示深切的感谢。

应当提及的是，主编王尚文教授还未看到本书的正式出版，于一九八三年一月八日因病逝世。王尚文教授不仅是我国著名的石油地质专家，在石油地质界享有很高的声望，而且是我们的良师。对他的不幸逝世，我们在此表示沉痛的哀悼。同时还要继承他的遗志，遵照他的学术思想，在适当的时候对本书再进行补充修订，以此来悼念为我国石油事业奋斗一生的王尚文教授。

最后，由于我们科学水平有限，资料搜集还不够全面，书中难免存在不少缺点，恳切希望读者批评指正。

张万选 张厚福 谭试典

一九八三年二月

目 录

绪 论	1
第一篇 中国大地构造轮廓及含油气区的划分	5
第一章 中国大地构造轮廓	5
一、陆块的形成与演化	7
二、中国板块发育简述	8
三、中国板块的演化规律	9
第二章 中国含油气大区的划分及其特征	11
第一节 含油气大区的划分	11
第二节 东部含油气大区的特征	15
一、东部含油气大区的构造特征	15
二、东部含油气大区的构造发育史	18
三、东部含油气大区的沉积特征	21
第三节 西部含油气大区的特征	25
一、西部含油气大区的构造特征	25
二、西部含油气大区的构造发育史	26
三、西部含油气大区的沉积特征	28
第四节 中部含油气大区的特征	33
一、中部含油气大区的构造特征	33
二、中部含油气大区的构造发育史	34
三、中部含油气大区的沉积特征	36
第二篇 油气成因及中国生油层系	40
第三章 现代油气生成理论	40
第一节 沉积有机质	40
一、沉积有机质的来源	41
二、表层有机质的转变	44
三、早期成岩作用对沉积有机质性质的影响	46
第二节 干酪根	48
一、干酪根的定义和结构	48
二、沉积物中干酪根的数量和分布	51
三、干酪根的元素分析和主要类型	54
第三节 油气生成的地质、动力环境	59
一、地质条件	60
二、温度与时间	62
三、其他能源条件	69
第四节 油气生成的主要阶段	71

一、生物化学生气阶段	72
二、热催化生油气阶段	74
三、热裂解生凝析气阶段	75
四、深部高温生气阶段	76
第四章 生油层的地质、地球化学研究及中国生油层系	79
第一节 生油层的类型及其岩性-岩相研究	79
一、粘土岩类生油层	79
二、碳酸盐岩类生油层	80
第二节 生油岩的有机地球化学研究	82
一、有机质的丰度及类型研究	83
二、有机质成熟度的研究	84
三、烃类转化效率的研究	95
四、油源对比的研究	98
第三节 沉积盆地中生油层和生油区的确定	110
第四节 中国生油层系的特征和分布	112
一、中国生油层系的发育概况	112
二、中国陆相生油层系的特征和分布	112
√三、中国海相生油层系的特征和分布	123
四、陆相生油典型实例	126
第三篇 油气运移和中国油气藏	133
第五章 石油和天然气的运移	133
第一节 石油和天然气的初次运移	133
一、研究石油初次运移,对石油勘探的实际意义	133
二、油气初次运移的物理状态和主要运载体	135
三、油气初次运移的主要动力	136
第二节 石油和天然气的二次运移	146
一、油气二次运移的主要动力	146
二、二次运移的主要时期	152
三、二次运移的通道和距离	153
四、油气二次运移的主要方向	153
第六章 油气藏形成的基本条件	160
第一节 充足的油气来源	160
第二节 有利的生、储、盖组合	165
一、连续沉积的生、储、盖组合	165
二、被不整合面所分隔的生、储、盖组合	166
第三节 有效的圈闭	168
一、圈闭形成时间与油气运移时间的相应关系	168
二、圈闭所在位置与油源区的相应关系	169
三、水压梯度和流体性质对圈闭有效性的影响	170
第四节 必要的保存条件	172

一、地壳运动对油气藏保存条件的影响.....	172
二、岩浆活动对油气藏保存条件的影响.....	173
三、水动力对油气藏保存条件的影响.....	175
第七章 油气藏的分类及中国油气藏的主要类型.....	176
第一节 油气藏分类的基本原则.....	176
第二节 中国油气藏的主要类型.....	180
一、构造油气藏大类.....	181
二、地层油气藏大类.....	194
第四篇 中国含油气盆地及油气分布规律.....	212
第八章 中国含油气盆地的成因类型及构造特征.....	212
第一节 含油气盆地分类.....	212
一、含油气盆地类型.....	212
二、各类含油气盆地特征.....	215
第二节 含油气盆地的构造特征.....	217
一、东部含油气盆地的构造类型.....	218
二、西部含油气盆地的构造类型.....	226
三、中部含油气盆地的构造类型.....	231
第九章 中国主要含油气盆地分论.....	237
第一节 东部含油气盆地分述.....	237
✓一、松辽盆地.....	237
二、二连盆地.....	243
✓三、渤海湾盆地.....	246
✓四、江汉—洞庭湖盆地.....	258
✓五、南襄盆地.....	262
✓六、苏北—南黄海盆地.....	264
七、东海海盆.....	266
八、南海海盆.....	270
第二节 中部含油气盆地分述.....	277
一、鄂尔多斯盆地.....	277
二、四川盆地.....	285
第三节 西部含油气盆地分述.....	293
一、塔里木盆地.....	293
二、准噶尔盆地.....	300
三、吐鲁番盆地.....	306
四、酒泉盆地.....	308
五、柴达木盆地.....	310
六、伦坡拉盆地.....	315
第十章 中国油气田分布规律.....	320
结束语.....	342
参考文献.....	344

绪 论

伟大的社会主义祖国幅员辽阔，地大物博，以矿产资源丰富著称于世，是世界上发现利用石油及天然气最早的国家之一。

三千多年前，中国古代劳动人民发现了天然气，两千年前发现了陕北的石油。在秦、汉及以后的典籍中，记述了石油在医药、照明、煮盐、膏车等多种用途，还记载了石油在军事上的作用。北宋神宗六年（公元一〇七三年）专门在京都汴梁军器监设有“猛火油作”，加工石油制作兵器（据《宋会要辑稿·职官》）。

中国也是世界上最早的油气开采国家之一。四川自流井气田的开采约有两千多年的历史。《自流井记》一书中关于“阴火潜燃于炎汉”的记载表明，早在汉朝自流井气田大规模开采天然气煮盐以来，至十七世纪中期共钻井数万口，最大井深1000余米，采出几万亿立方米天然气和一些石油。并逐渐形成了一套钻井、打捞、完井、封水、采气等古老的工艺技术。

二十世纪初，一九〇七年清朝政府请日本技师在陕西延长油田钻井，采到石油，这是中国近代石油工业的开始。一九三八年地质学家孙健初先生详测了甘肃老君庙及石油沟构造，并在老君庙构造上拟定井位，一九三九年即获喷井，孙氏成为我国第一个较大油田——老君庙油田的发现人。但是，在旧中国石油工业发展极为缓慢，到一九四九年全国只有三个小油田，年产量仅七万吨，加上油页岩炼油，也只有十二万吨，石油地质及工程技术人员总共不到四十人。

中华人民共和国成立以来，在中国共产党的正确领导下，坚决贯彻自力更生、艰苦奋斗的方针，发现了许多油气田，石油及天然气产量成倍增长，从解放前夕的年产七万吨，到七十年代末期就达到了年产一亿吨以上，一跃而成为石油出口国。

三十多年来，我们已找到二百多个油气田，石油地质事业进入兴旺发达的新阶段。回顾解放后中国石油地质勘探历史，大致可分两个阶段：

第一阶段：从解放初期到一九六三年。解放初期，承袭了传统概念，以山前拗陷带的背斜构造为主要勘探对象，开展了大规模的石油普查和勘探。首先在堆积着巨厚中、新生界陆相沉积的一些山前、山间盆地和四川盆地龙门山山前带的露头区进行地面地质调查，发现盆地边缘有不少油气苗出露。在确定了圈闭构造的基础上，先后在酒泉、准噶尔、柴达木、塔里木、吐鲁番、鄂尔多斯、四川等盆地发现了油气田。一九五八年后开始“上地台”找油，石油勘探重点从西部转移到东部覆盖区，先后在华北、松辽开展了普查勘探，在四川盆地中部地台区发现了川中油田，并发现了威远及川南等气田。

一九五九年在地质部普查的基础上，石油工业部对松辽盆地开展了石油勘探“会战”。首先在盆地中央拗陷区中部高台子局部构造高点上，钻探了松基三井，国庆前夕喜喷原油。在获得工业油流之后，加速进行探边，仅用四个月的时间，相继从六、七口探井中喷出了原油，探明了大庆油田的轮廓。一九六一年初，初步探明了大庆油田的面积和储量，确定了它是世界上特大油田之一。周恩来总理在一九六三年第二届全国人民代表大会第四次会议上向全世界庄严宣告：我国石油基本自给，中国人民使用“洋油”的时代已经一去不复返！

大庆油田的发现，证明了陆相沉积盆地中不仅有大量的油气生成，而且可以找到大型油

气田，这就大大提高了我国其它中、新生代陆相沉积盆地含油气远景的评价。

第二个阶段：从一九六三年至现今。这一阶段，在陆相成油理论的指导下，地震勘探技术不断改进提高，在东部地区相继发现了山东胜利油田（1963年）、天津大港油田（1964年）、辽宁辽河油田（1969年）、陕甘宁的长庆油田（1970年）等。这些油田的发现，使我国石油产量迅速增长，从而改变了我国石油工业的落后面貌。

一九七五年河北任丘潜山油田的发现，揭开了石油勘探的新领域。首次在古老的中-上元古界白云岩中找到了巨大的地层油藏，标志着我国石油勘探进入一个新的时期。潜山油田的发现，是在地震勘探工作中使用数字仪和计算机处理后，准确地提供了潜山的位置、形态、内部结构等资料，综合研究其成油条件后，进而钻探发现的。随着任丘油田的发现，先后在渤海湾盆地发现了十几个潜山油气田。

在这一时期内，我们不仅找到了大量的背斜、断块等构造油气藏，还找到了地层超覆、古三角洲、古河道砂等多种类型的地层-岩性油气藏。与此同时，我们还扩大了海上勘探区域，在渤海、北部湾、珠江口、东海大陆架相继获得了可喜的成果。由于勘探力量不断地壮大，重新组织了西部地区的钻探。在柴达木盆地西部发现了高产的尕斯库勒油田；在塔里木盆地西南部发现了柯克亚油气田；在准噶尔盆地西北缘发现了新的含油地带。我国原油产量跃上了一亿吨的台阶，天然气产量达到了140亿立方米。

三十多年来，我国石油工业得到了飞速的发展，形成了一支年轻的、有一定科学理论水平和实践经验的油气勘探和科研技术队伍。石油地质理论研究领域中也取得了很大的成就。在中国石油工业发展的进程中，许多老一辈地质学家和解放后成长起来的中、青年地质学家都做出了卓越的贡献。

陆相生油理论的研究，在我国油气普查勘探中一直占有重要的位置。中国科学院、地质矿产部、石油工业部等所属的科研单位，以及有关的高等院校都做了大量的研究工作。

潘鍾祥教授于一九四一年最早提出了“石油不仅来自海相地层，也能够来自淡水沉积物”的论点。四十年代，黄汲清、王尚文、高振西等也提出了湖相生油的想法。这都是根据我国当时已有油田的地质资料，对陆相生油进行了初步的探讨。

五十年代我国石油地质学家进一步总结完善了这一理论，如田在艺等人分析准噶尔、塔里木、鄂尔多斯、四川、柴达木、酒泉等盆地油气形成的地质条件，认为陆相生油层系形成的基本特征是：下降幅度大继承性强的中、新生代的沉积拗陷，湿润气候下的湖相沉积。一九五九年侯德封及中国科学院兰州地质研究所，总结了我国西北地区陆相油气田的形成条件，提出“内陆、潮湿、拗陷”形成大油气田的见解，曾被认为是一创见。但是，随着我国大量新油气田的发现，一些盆地生油层系中含有大量蒸发岩，“潮湿、拗陷”说就不够全面了。兰州地质研究所等单位从六十年代初期开始对青海湖现代沉积的考察，在第四纪沉积物中发现有沥青的形成，随后在柴达木盆地第四纪沉积中发现了气田，这证明了在近代陆相沉积中有烃类新生作用的存在。这一实践大大丰富了陆相生油理论。

一九六〇年石油工业部召开了全国油气田分布规律研究成果汇报会，比较全面、系统地总结了建国十年来石油地质理论与实践，提出了陆相生油的地质和地球化学的标志，阐述了我国陆相生油的一些具体条件。从有机质含量、生油层还原程度、有机质的转化条件等三个方面论述了陆相生油的必要条件是：存在着一定量的生油母质，具备使有机质聚集、保存并向石油转化的、稳定的还原环境。会议总结了我国陆相生油层形成的地质条件的基本规律是：在振荡运动作用下，以沉降为主的长期拗陷的湖盆形成的深水到半深水湖相沉积区，是

生油层形成和发育的最有利地带。

进入七十年代,当国内外有机地球化学研究有了显著的进展以后,生油理论研究又有了重大的突破。初步揭示了陆相生油与海相生油的本质。对陆相沉积盆地中有机质的丰富程度、演化阶段、转化效率,以及油源对比等方面都有了显著的进展。中国科学院贵阳地球化学研究所对石油演化阶段及生油模拟试验作了许多有意义的工作;地质矿产部对生油岩指标的选择及地质条件的综合研究也有新的发展;石油工业部石油勘探开发科学研究院及各油田的研究院(所),对陆相沉积盆地油气生成条件的研究均取得了可喜的成果。北京石油勘探开发科学研究院总结陆相沉积盆地油气生成时指出,陆相盆地的湖相沉积是形成良好生油层的主要环境,特别是近海湖盆的生油条件最为优越;持续下沉的拗陷是油气转化的有利条件;总烃含量大于205ppm,正构烷烃主峰碳数位置在 $C_{26}\sim C_{27}$ 以前为生油层成熟的标志。

总之,我国大批陆相油气田的发现,进一步丰富了陆相生油的内容,在石油地质科学的基本理论上,有了新的补充和发展。

陆相沉积盆地的沉积类型和沉积相等对油气藏形成起着重要的作用。沉积相的研究,对分析盆地形成和生油、储油条件,寻找油气富集地带等,殊为重要。我国石油地质学家认为陆相沉积盆地有四种环境(山麓、冲积平原、沿岸、湖泊)及十种砂岩体:洪积冲积扇、河床、分流河道、三角洲叶状体(包括河口坝及远沙坝)、席状沙、沿岸沙坝、堡坝、谷沙、粒屑灰岩滩及水下浊积扇等。这些不同类型的储集岩都是在独特的物理、化学和生物条件下产生的,储集砂岩以砂岩体的形式出现,并且是控制油、气、水的基本地质单元。例如,洪积扇控制着克拉玛依油田的分布;大庆油田的油藏分布与自北而南的湖盆三角洲砂岩体有关;华北箕状凹陷广泛发育了具有浊流性质的水下冲积扇,它是在特定的地质构造环境中形成的。水下冲积扇砂岩含量高,储集性能好,且扇体多包围在生油层之中,生、储、盖组合组合适当,故常形成重要的油气田。

在油气田的形成方面,从石油地质学的观点出发,对陆相盆地生油、运移、聚集、保存和破坏等方面,并结合中国地质构造的特点进行了全面的研究。

陆相沉积盆地油气运移的过程,与海相沉积区有其相似之处。但是,由于陆相湖泊沉积平面上分布范围较小,岩性-岩相在横向上变化较大,因此油气运移距离较短,一般以近距离运移为主。所以,在陆相沉积盆地中,生油区大致控制了油气藏的分布范围;生油区及其附近发育的圈闭是有利于油气富集的地区,形成了油源区控制油气分布的理论。

在油气勘探方法方面,由于陆相盆地油气的生成、运移、聚集、保存和破坏等方面具有一定的特殊性质,因此在勘探过程中逐渐形成了一套油气勘探方法。在一个地区通常用重力、磁力、电法、地震勘探及参数井钻探,研究区域构造、地层分布、沉积相的变化,研究油气生成条件,研究地下水动力条件等。综合分析这些因素,结合我国陆相盆地发生发展的特点,确定油气生成、聚集可能存在的位置,从而才能有效地布置探井,提高发现各种类型油气藏的效率。这种综合勘探方法,比以往单纯从构造条件去找油,有了很大的发展和提高。

回顾我国地球物理勘探技术的发展,五十年代运用光点地震技术,在发现克拉玛依、大庆等比较简单的大型油田起到了很大的作用。六十年代地震勘探使用了磁带模拟技术,发现了山东、大港等断块构造油气田。七十年代地震勘探广泛运用数字技术和计算机处理,发现了任丘等潜山油气田和岩性-地层油气田。可见地震勘探技术的发展提高,对油气田的发现有着重要意义。

总之,我国石油地质学家对陆相沉积盆地油气生成、运移和聚集规律,有了一定的认

识，总结出了陆相沉积盆地的一套油气藏分布模式。近年来，随着勘探技术的日臻发展，应用板块构造理论研究含油气盆地类型及演化，应用地震地层学来研究沉积特征和岩相古地理，对地层、岩性等非构造圈闭的油气藏，特别是潜山油气田勘探均取得长足的进展。这对我国陆相盆地内油气勘探将起指导作用。

新中国建立三十多年来，石油工业发展迅速，原油产量超过一亿吨，跨入了世界主要产油国的行列，建立了一些石油基地，发现了数百个油气田，其数量之大、类型之多都是罕见的。在这些巨大成就的鼓舞下，在广大石油工作者大量生产实践和科学实验的基础上，我们着手搜集国内外的文献资料，编写了《中国石油地质学》一书，试图对我国石油地质特征，油气生成、聚集和分布规律进行一些论述。

《中国石油地质学》首先立足于中国大地构造轮廓和各含油气大区的石油地质特征，同时也力图反映近年来国内外石油地质学的新进展和新水平，以期对我国今后的石油勘探及石油工业的发展有所裨益。

全书共分四篇十章。第一篇是中国区域构造轮廓及含油气大区的划分。从中国大地构造特征入手划分了三个含油气大区，并对各大区的构造演化及其与油气分布的关系作了论述。第二篇油气成因及中国生油岩系。介绍了国内外近代石油成因的新理论、新进展，并对中国生油层系的研究进行了分析和归纳。第三篇阐述了油气藏形成的基本条件及中国油气藏的主要类型。根据我国各油气区的实际情况结合油气运移、聚集的基本原理，论述了形成油气藏必须具备的基本条件；同时对我国油气藏的主要类型进行了划分和分析。第四篇为中国含油气盆地及油气田分布规律。对我国含油气盆地的成因类型的划分及其油气分布规律进行了论述。最后，对中国石油地质科学的发展和油气资源的远景进行了概括性的展望。

三十多年来，我国石油地质工作者在石油勘探的生产实践和科学实验的长期艰苦奋斗中，积累了极其丰富的经验和大量宝贵的资料，取得了丰硕的成果。近年来国内石油地质学的进展也是异常迅速的。《中国石油地质学》只能是反映这些成就的一个侧面。由于我们科学水平有限，一些认识还比较局限，有些提法还不够成熟，需要在实践中不断进行补充完善。这本书可作为“抛砖引玉”的尝试，期望不久的将来会有更多高水平的、完整的中国石油地质方面的论著问世。

第一篇 中国大地构造轮廓 及含油气区的划分

第一章 中国大地构造轮廓

关于中国大地构造的研究,我国著名地质学家李四光、黄汲清、张文佑、张伯声、陈国达、马杏垣、王鸿祯等教授都曾发表了不少论文及专著,从不同角度总结了我国地壳构造在时间上、空间上的发展规律和地壳构造的成因特点,形成了不同的大地构造学派。

七十年代,尹赞勋、李春昱、傅承义等教授把国外板块构造理论介绍到国内,对我国地质学界及各大地构造学派也产生了一定影响,把地质科学的发展推向前进。

板块构造是从本世纪六十年代开始逐渐发展的。由于使用了最科学的新技术和方法,并结合有关天体演化、地球物理学、地震学、地热学、海洋地质学、地磁学、同位素地质学等学科新的研究成果,再加上广泛应用人造资源卫星、海底勘测、洋底钻探等手段,对于占世界三分之二以上面积的洋底结构和特征,已有了全面的了解。这些成果证实岩石圈的构造单元是板块。板块的边界是大洋中脊(或洋隆)、转换断层、俯冲带和地缝合线。最初,勒比雄(Le Pichon)曾将全球岩石圈分成欧亚板块、美洲板块、非洲板块、太平洋板块、澳洲板块和南极板块等六大板块。随着研究程度的深入,岩石圈板块的数目愈来愈多。这些板块的界限并不是大陆的边缘,除太平洋板块全为水域外,其它板块都包括部分海洋与大陆。板块的边界在不同地史时期是有变化的,这和海底扩张的阶段有关。板块由于对流的带动由中脊向两边扩张,在岛弧海沟地区或活动的大陆边缘处俯冲潜没地下,通过软流层完成对流的循环。在这种运动过程中,形成三种类型的板块边界。大洋中脊的扩张是与拉伸作用对应的,在扩张过程中岩石圈产生新的生长,造成离散型板块边界;聚敛型是一个板块与另一板块俯冲或碰撞,岩石圈发生消减,产生挤压作用;转换型与平移作用相当,岩石圈基本不发生增长或消减。这三种不同的板块边界,引起了地貌、沉积作用、岩浆活动都有明显的差别。但必须指出,这三种形态很少以单纯的型式出现。岛弧—海沟是挤压地区,但也可能有不大的平移运动;中脊扩张是张力作用地区,但也可能有平移作用发生。由于板块边缘类型不同,为研究沉积盆地提供了方便。实际上沉积盆地与这三种板块边界密切相关,它们是在板块拉开或聚合的不同发展阶段中形成的。掌握这些沉积盆地形成的构造背景,有助于判断它们在各个发展阶段的力学性质(拉张、挤压或剪切),对沉积盆地的沉积特征、地热史演变等就有了全面的了解。

总之,自板块构造理论盛行以来,人们不仅用它来解释各种地质现象,而且还用来阐明成矿作用和各种矿藏的分布规律。板块构造理论把造山运动、岩浆活动、变质作用、沉积作用以及成矿过程等有机地结合起来。板块构造理论认为,地壳和地幔最上部硬的固结部分组成的岩石圈(或构造圈),在地幔物质上涌导致破裂和海底扩张作用下,在称为软流圈和粘滞地幔之上的漂浮或载负运动,它包括海底扩张、岩石圈俯冲消减、大陆漂移、大陆碰撞和转

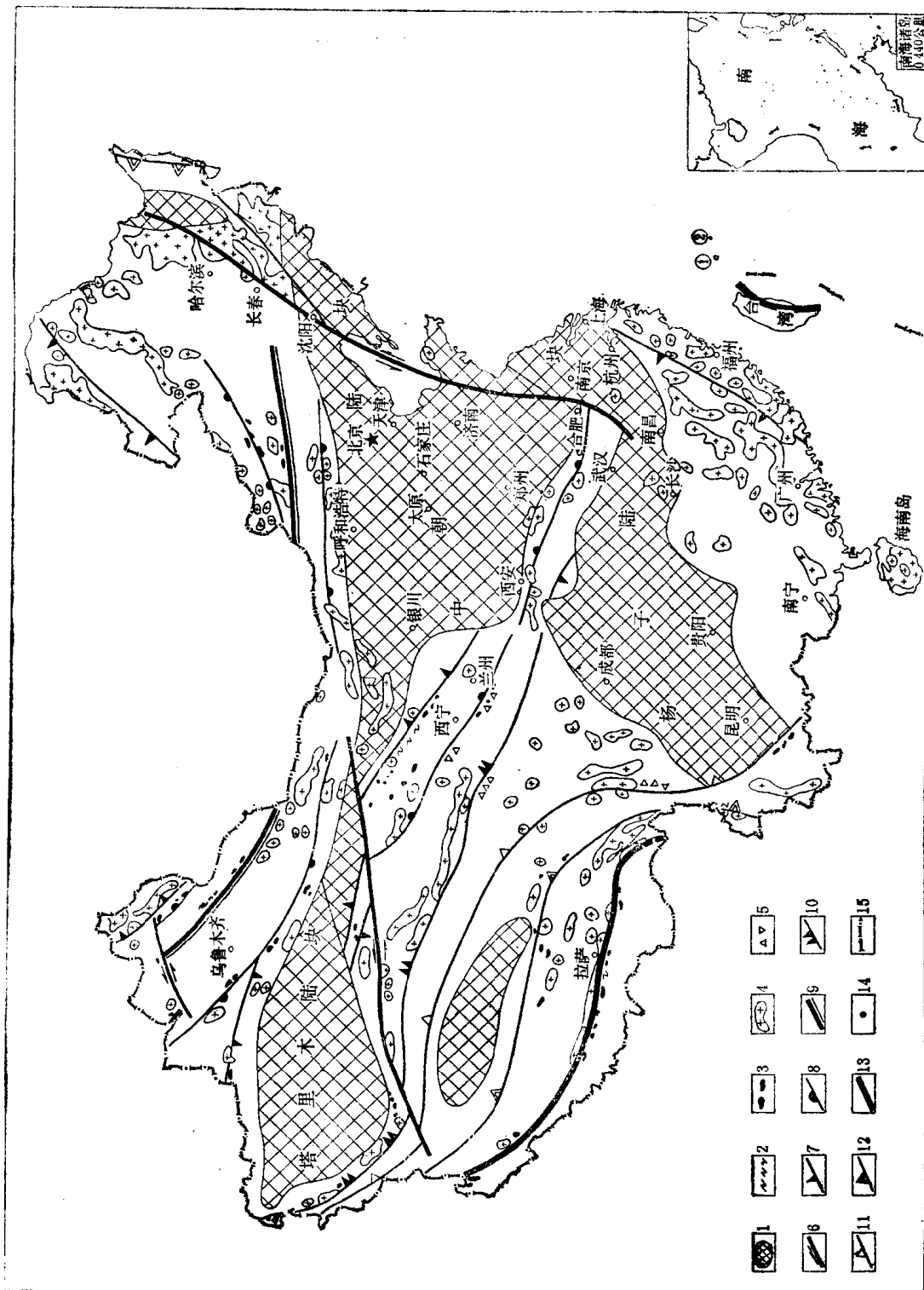


图1-1-1 中国板块构造略图

换断层等几个相互联系的地质作用，构成了一个统一的地球动力学模型。

李春昱教授指出，从板块构造学说看，地槽的分布大都是围绕着陆块的边缘。以陆壳或过渡型地壳为基底的是冒地槽，以洋壳为基底有火山活动的是优地槽。在板块构造相互运动过程中，地槽沉降带受到挤压发生褶皱、断裂进而形成俯冲。褶皱带合并于陆块使其不断增生，在新增生的大陆边缘又形成新的地槽。地槽离陆向洋迁移，褶皱带依次逐渐变新。随着板块移动，地槽迁移，陆块边缘发生俯冲，形成俯冲带；或者随着洋壳的消减导致板块的遇合碰撞形成缝合线。这些构造线都有蛇绿岩带、混杂堆积及深断裂等标志相伴生。板块的边界，主要根据板块运动的三种形式——板块生长的大洋中脊、板块消减的海沟、板块间的转换断层来划分。陆块和边缘的陆缘山系，以及大洋壳可以同属一个板块，也可以分属于两个板块。

根据上述认识，结合我国地质构造的实际，可以认为：中国地质构造的主体是由前震旦系结晶变质岩组成的中朝、塔里木、扬子陆块及其周缘的地槽褶皱山系所组成。

李春昱教授认为：从显生宙以来的构造发展来看，中国及其邻区可以划分为四个古板块。它们是：中国板块包括其南北边缘地槽，位于中间；北为西伯利亚板块，包括其南部边缘的安加拉—蒙古地槽；西南为印度板块，包括其北部边缘的南特提斯地槽；东南为太平洋板块。四个古板块分别以克拉美丽—西拉木伦、雅鲁藏布江—印度河、台湾大纵谷（东台湾裂谷）三条缝合线为接触界线（图1-1-1）。

一、陆块的形成与演化

前寒武纪中国板块已出现三个稳定的陆块，即中朝陆块、塔里木陆块、扬子陆块。这些陆块自隐生宙形成以来，不仅抗住了周围各地质构造单元的推挤，而且接纳了由推挤作用而产生的地壳物质，在这些陆块的北、东、西南三个方向逐步增生加积，直至喜马拉雅期才最后形成今日的中国大陆及沿海大陆架。

中朝陆块基底形成于吕梁运动（17亿年前），由太古界迁西群、阜平群和中一下元古界溥沱群、五台群组成。北部以内蒙岩浆弧北缘赤峰—开源深断裂与中亚—蒙古褶皱系分界，南以龙首山南缘及秦岭北缘深断裂与秦—祁褶皱系分界。陆块内部从中—上元古界到中奥陶统以浅海相碳酸盐岩为主，属陆表海沉积。中奥陶世后上升为陆，直到中石炭世再度海侵，出现滨海沼泽平原沉积，早二叠世晚期转变为陆相沉积，从此结束了海侵历史。古生代时期由于南北秦—祁洋、蒙古洋洋壳向中朝陆块下部俯冲。陆块内部以东西向大型拗陷构造为主，无明显的褶皱变动，岩浆活动集中于岩浆弧地区。中生代以后，由于库拉—太平洋板块的影响，陆块东部改造成北东、北北东向构造。中生代初期，陆块东隆西拗，鄂尔多斯盆地形成，中生代后期及新生代西部隆起，东部裂陷，渤海湾盆地形成。

塔里木陆块形成于晋宁运动（10亿年前）和激江运动（7～8亿年前），由太古界、元古界结晶岩、变质岩组成基底，南北以昆仑山山前深断裂和南天山深断裂与昆仑褶皱带和天山褶皱带分界，东以阿拉善地槽与中朝陆块相连。早古生代陆块内部为陆表海相沉积，晚古生代转变为海陆交替相沉积，中、新生代为陆相沉积。在陆块西南及塔东有白垩纪—早第三纪海侵。由于古生代南北秦—祁—昆洋、蒙古洋洋壳相向向塔里木陆块下面俯冲，以及新生代印度大陆向北推挤和碰撞，陆块内部构造线以北西西或近东西方向为主。

扬子陆块形成于元古代末的晋宁、激江两次运动，它曾是中国南方浩瀚的大洋上一小陆块。陆块内以康滇—川中—鄂西—安山岩岛弧为中心，前缘有海沟围绕，后缘有浅海盆地和江南弧形隆起。震旦纪早期接受大陆冰川沉积，灯影期开始了海侵。从晚震旦世—中三叠世以浅

海相碳酸盐岩沉积为主,晚三叠世结束了海侵。加里东期形成了近东西向的乐山—龙女寺隆起,印支期形成了北东向泸州隆起。中生代因受库拉—太平洋板块俯冲的影响,陆块东部隆起,西部拗陷,四川盆地形成。新生代陆块东部裂陷,四川盆地隆起结束盆地的发育(罗志立,1979)。

上述陆块进入古生代以来,成为中国板块发育的核心,在不同时期以不同的方式相互作用,形成了不同方式的大陆增生加积,也形成了不同类型的含油气大区及沉积盆地。

二、中国板块发育简述

中晚元古代中朝—塔里木陆块与西伯利亚陆块之间的中亚蒙古洋开始扩张,陆块边缘沉积了一套冒地槽沉积,未曾发生俯冲,元古代末才发生褶皱变质作用并合并于陆块边缘(刘长安,1979)。早古生代中亚蒙古洋洋壳向南北俯冲,西伯利亚陆块边缘形成阿尔泰—萨彦—额尔古纳加里东褶皱带,俯冲带是额尔齐斯—中蒙古—德尔布干深断裂,中蒙古深断裂蛇绿岩套、混杂堆积发育,阿尔泰及额尔古纳见岩浆弧型中、酸性岩浆带与高温低压变质作用有关的红柱石、矽线石、十字石、堇青石等标志矿物的变质带(李春昱,1980)。中朝—塔里木北缘同样出现加里东褶皱带,西部哈克尔套乌山及博罗霍洛山北麓至北山见蛇绿岩套、混杂堆积及蓝闪石片岩带,俯冲带在哈克尔套乌、博罗霍洛至甘肃金塔一线,向东延至阴山北麓及赤峰深断裂带。晚古生代时期南北陆块相向漂移,中亚蒙古洋逐渐收缩,并向南北陆块下部俯冲。南北陆块及其陆缘山系于石炭纪中期首先在克拉美丽一带遇合碰撞;东部于二叠纪晚期在索伦山—西拉木伦河一带最后关闭。最终形成了规模巨大的准噶尔—南蒙古—兴安岭海西褶皱带。克拉美丽—蒙古南戈壁阿尔泰—索伦山—西拉木伦形成了巨型缝合带。沿这条界线不但分布着大量的蛇绿岩,在蒙古南部、内蒙还见到了混杂堆积和蓝闪石片岩带;而且这条界线恰与华夏和安加拉植物地理分界相吻合,同时也控制着不同的岩性—岩相带的分布^{①②}。中国板块完成向北增生过程后,在吉林、黑龙江等地仍为晚二叠世海洋盆地,实际上已属环太平洋范畴的鄂霍茨克洋的一部分了。中生代洋壳沿那丹哈达岭海沟向西俯冲,形成东北地区宽广的中生代钙碱性岩浆弧。中、新生代准噶尔、天山、兴安岭褶皱带大部分地区隆起遭受剥蚀,而在收缩海缝合带及山间凹地形成了湖泊相沉积。

中国西南从祁连山到喜马拉雅山是一个广阔的褶皱区,它曾是相距很远的古亚洲大陆与冈瓦纳古陆之间的古海洋,它包括了秦—祁—昆地槽、北特提斯地槽、南特提斯地槽以及它们之间的远海区。早古生代秦—祁海沿中朝陆块南缘向北、扬子陆块北缘向南俯冲消减,形成祁连山加里东褶皱带及北大巴山褶皱带,沿俯冲带有大量的蛇绿岩套分布。而在陶来山以南仍保持着海侵,在那里形成了晚古生代优地槽。晚古生代末,新的地槽沿布尔汉布达山南缘深断裂向北俯冲,形成昆仑—秦岭海西褶皱带。俯冲带上盘有大量的花岗岩,沿俯冲带见有蛇绿岩套及混杂堆积。印支期北特提斯地槽沿可可西里—金沙江—哀牢山深断裂多次向北向东俯冲消减,形成青海湖至西秦岭混杂堆积带、金沙江畔的蛇绿岩带、得荣地区的混杂堆积带,最后,松潘—甘孜印支褶皱带形成,再次扩大了塔里木—中朝陆块以及扬子陆块的面积,使之连成一个整体的大陆。燕山期地槽迁移到唐古拉山以南,藏北可能有一微型古陆存在。班公湖—那曲—怒江深断裂分布着一系列蛇绿岩带及蓝闪石片岩带,应属燕山期俯冲带,喀喇昆仑—唐古拉山则为早燕山期褶皱带。班公湖—怒江深断裂以南、雅鲁藏布江深断裂以北是晚燕山期冈底斯—念青唐古拉褶皱带,并有大量的晚燕山期中酸性岩浆活动。喜马

^①姜春发等,“东北地槽区几点简要特征”,《第二届全国构造地质学术会议论文摘要汇编》,1978。

^②吴长盛,“西拉木伦深断裂”,同上。

拉雅期印度板块向北移动，特提斯洋缩小以至消亡，印度板块向北俯冲，最终与扩大了的中国大陆发生碰撞，形成著名的喜马拉雅褶皱带。从此结束了特提斯洋的发展历史，形成了雅鲁藏布江—印度河缝合线。沿缝合线发育大量的蛇绿岩及混杂堆积，同时这里也是强烈的地震活动带，构成了中国板块的西部边界。

中国板块东南部也是由扬子陆块向太平洋方向增生加积逐渐形成的。晚元古代古太平洋板块俯冲消减于江南岛弧前缘。早古生代扬子陆块上为陆表海或陆缘海沉积，在浙西、闽西、赣中南至桂东、广东等地，主要是一套冒地槽沉积，加里东期发生强烈褶皱并经轻微变质，形成加里东褶皱带。在该褶皱带东南缘丽水—松政—海丰存在一深断裂，沿此断裂断续分布着变质的中基性火山岩、基性超基性岩，并在闽北、武夷山、云开山等地见中压变质作用的蓝晶石和低压变质作用的矽线石、堇青石等特征矿物，证明有弧沟系存在。丽水—松政—海丰断裂西华夏—武夷—云开是加里东期岩浆弧，而深断裂则是俯冲带。海西—印支期在浙东、闽东、粤东至海南岛一带是晚古生代冒地槽复理石沉积。台湾省中央山脉变质岩系大南澳群是一套巨厚的晚古生代火山岩系（可能包括部分中生代），属优地槽沉积。这一海西—印支期优地槽向南北分别延伸到菲律宾、琉球、日本等地，证明台湾省及日本、菲律宾当时还与中国大陆联在一起，或紧临它的边缘。中国东南沿海广泛分布着中酸性侵入岩及火山岩，代表一个俯冲带前缘熔融的物质（郭令智，1979；罗志立，1979）。然而该俯冲带由于被中生代火山岩所覆盖，具体位置目前尚难以确定。但至少可以认为东南沿海应有一个海西—印支期岩浆弧褶皱系。在这岩浆弧西侧的湘桂地区，原加里东褶皱基底上沉积了泥盆系—中三叠统复理石建造，具有微型扩张性质，郭令智教授认为应属晚古生代至中三叠世的边缘海。中生代由于受库拉—太平洋板块的推挤，形成了浙、闽、粤沿海燕山期火山弧系，向东北方向可延至朝鲜东南部。燕山期火山弧实际上可分为浙闽早燕山期火山岩带和大陈—济州晚燕山期火山岩带，后者在航磁上表现为北北东向磁场变化强异常带。该带之东为大陈—济州深断裂，可能是晚燕山期库拉—太平洋板块的俯冲消减带。当时大陆边缘应属安底斯山型。喜马拉雅期太平洋板块俯冲消减带向东迁移至台湾省东部，并在我国东海、南海形成边缘海，大陆边缘由安底斯山型逐步转变为岛弧—边缘海型。台湾省东部大纵谷北北东向展布，长约150公里，西侧为台西冒地槽，东侧为台东优地槽带，喜马拉雅晚期东西山脉发生碰撞，形成我国东南部板块缝合带。

三、中国板块的演化规律

总观中国板块的发展历史，尤其是新生代以来，可以认为它受到三个推动力的作用：西伯利亚板块向南的推动力，印度板块向北的推动力以及太平洋板块向西的推动力。这三个方向的作用力，对中国板块的发展影响极为深刻。

1. 古生代由于中国板块与西伯利亚板块的相互作用，形成了古生代近东西向的弧形构造。中生代库拉—太平洋板块向西俯冲，使中国板块东部形成了北北东、北东向构造和火山岩浆弧，同时对古生代构造进行了改造。新生代则逐步演化为岛弧—边缘海，基性岩浆活动频繁，发生了微型扩张，整个东部地区逐步沉降，形成辽阔的平原及丘陵山地景观。中国西部由于特提斯洋不断向北俯冲消减，新生代印度洋扩张并把印度板块向北推挤，最后导致板块碰撞，使北西西向或近东西向的天山、祁连山、昆仑山诸老褶皱山系复活，形成著名的青藏高原。因此，西部地区北西西或近东西向构造线是在古生代构造的基础上，继承并发育起来的。

介于西部与东部之间的鄂尔多斯、四川、滇中地区，中、新生代以来，是中国板块内相