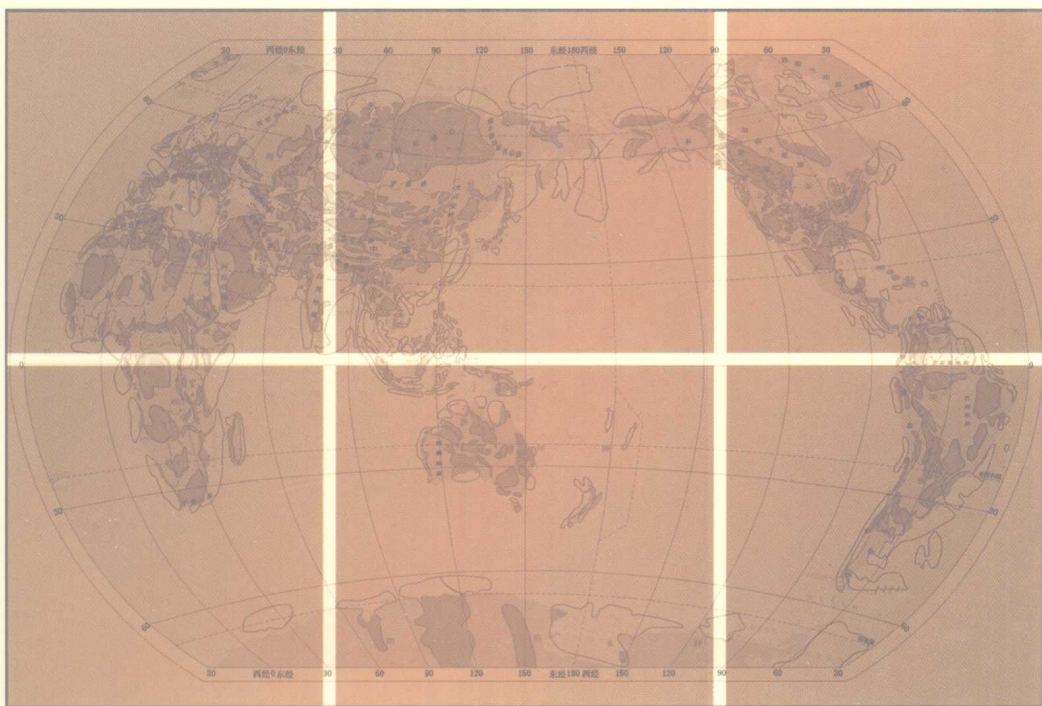




大油气区 形成与分布

邹才能 陶士振 方向 著



科学出版社

www.sciencep.com

大油气区形成与分布

邹才能 陶士振 方 向 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书基于油气全球分布规律分析,提出了大油气区的概念;介绍了大油气区形成条件与油气分布规律、不同类型大油气区地质特征与成因机制、国内外典型大油气区各论以及勘探理念、思路和方法;根据大油气区的形成条件和特征,在评价方法上,强调“整体研究、整体部署、整体评价”的勘探研究思路。

本书可供石油勘探和研究工作者使用,也可供石油院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

大油气区形成与分布/邹才能,陶士振,方向著. —北京:科学出版社,2009
ISBN 978-7-03-023087-4

I. 大… II. ①邹…②陶…③方… III. 石油天然气地质-研究
IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 151276 号

责任编辑:谢洪源等 / 责任校对:陈玉凤
责任印制:钱玉芬 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京佳信达艺术印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009 年 1 月第一次印刷 印张:24

印数:1—1 100 字数:548 000

定价:260.00 元

如有印装质量问题,我社负责调换

序

随着油气勘探工作的深入，勘探领域不断扩大，从背斜带到复式油气聚集带，从构造高部位到斜坡和向斜低区，宏观上油气呈现出大区叠合连片的趋势。勘探范围和领域不断扩大，从油气田、区带向大区整体勘探发展，勘探理念、部署方案与评价方法也发生了一系列变化。对区域油气整体分布规律有了一个较清晰的认识，从油气分布的大区规律出发，采取多种油气藏、多种油气聚集区带并重的大区整体勘探是一条经济、有效的发展之路。

《大油气区形成与分布》一书介绍了大油气区的基本涵义，包括大油气区的提出背景、大油气区的内涵和标志以及大油气区分类和命名。阐述了大油气区基本地质特征与油气分布规律，包括大油气区的基本地质特征、大油气区内油气分布富集与“相控”特征。重点分析了不同类型大油气区地质特征与成藏机制，包括大油气区与大气区形成条件的差异性、构造与岩性地层大油气区的异同、低丰度岩性与中高丰度地层圈闭大油气区的异同、大气区及大气田的地质特征、低孔渗大气区成藏机制和控制因素、碎屑岩大油气区成藏特征与分布控制因素、碳酸盐岩大油气区形成和分布控制因素、火山岩大油气区形成和分布控制因素。同时介绍了国内外典型大油气区实例，包括波斯湾、里海、北海、西西伯利亚等全球典型大油气区，国内渤海湾新近系和古近系裂谷盆地、松辽中浅层构造—岩性圈闭、鄂尔多斯中生界岩性圈闭等大油区，鄂尔多斯上古生界、四川盆地上三叠统须家河组、库车中生界前陆拗陷大气区，以及塔里木台盆地大油气区。最后介绍了大油气区的勘探战略，包括立足长远、着眼全局、控制规模的勘探理念，整体研究、整体部署、整体评价的勘探思路，选点突破、分带控制、宏观连片的勘探方法以及大油气区勘探理念的现实意义。

本书提出的大油气区地质基础、成藏规律、勘探思想，对油气勘探研究具有重要的参考价值。

中国科学院院士

贺承造

2008年9月28日

前 言

“油气田首先存在于地质学家的头脑中”，正确的油气地质理论和勘探思路是油气田发现的前提条件。理论来源于实践，反过来又指导实践，打开世界上任何一部油气勘探史，都蕴藏着一部理论技术发展史。随着勘探工作的深入，勘探目标日益复杂化和隐蔽化，因此，勘探难度也越来越大，新时期的勘探实践催生新的勘探思路和新的勘探理念。

油气地质理论可分为油气基础地质理论和油气勘探应用理论。油气基础地质理论包括生油、沉积、储层、构造、成藏等油气地质学科理论，重点研究陆相、海相地层油气藏形成与分布等机理性内容，主要回答油气资源潜力与分布等相关问题；油气勘探应用理论包括源控论、复式油气聚集带等油气勘探应用理论，重点研究油气田（区）分布与富集规律等内容，主要回答勘探部署与评价等相关问题。

通过生产实践总结并升华的陆相生油理论、源控论、复式油气聚集带理论、煤系生烃理论、天然气地质理论等理论，先后有效指导了松辽、渤海湾等盆地的勘探实践。随着我国油气工业的发展、油气勘探的不断深入，油气勘探理论体系也在不断创新和完善。

我国陆上进行区域勘探后，大区成藏条件基本清楚，已进入了发现大油气田、构建大油气区的新阶段。勘探研究从纵向“小成藏”组合，向横向“大成藏区”延伸，油气藏、油气田、聚集带，向大油气区发展。勘探研究需要确定大油气区分布空间边界、富集规律、储量规模与评价方法。加快明确大油气区储量规模，有利于管网布局与建设。深化全球大油气区研究，可减少在全球投资的风险。

随着油气勘探工作的持续推进，勘探的领域逐步扩大，原来认为不可能成藏的地区，如深洼区、向斜区等，都有了重大发现，油气分布在宏观上呈现出大区叠合连片的趋势。本书基于对全球油气地质与资源分布特点的认识，结合我国油气区域成藏与分布规律的研究，提出大油气区地质与勘探认识。“大油气区”是指处于统一的构造动力学背景中，由一系列成因、类型和分布上相联系或相关的油气聚集区、油气聚集带构成的储量规模较大的含油气区。同一大油气区具有统一（相似）的构造动力学背景，具有基本相似的优质烃源母质、基本相似的有利沉积储层、基本相似的圈闭类型和基本相似的有效区域性盖层等区域性成藏条件，采用的核心勘探技术和部署方案也基本相似，一般来说，应总体具有5亿~10亿吨级以上石油可探明储量或0.5万亿~1万亿 m^3 以上天然气最终可探明储量规模的大型油气成藏分布区。

大油气区在区域成藏地质条件上，表现出区域构造动力学背景和大区成藏条件（包括烃源岩、储集层、圈闭和区域盖层）的统一性或相似性；地质单元介于传统的油气聚集域和油气聚集区之间，范围可以比盆地大，也可以比盆地小。具有特定的时间标志、地质标志和资源标志，表现出“空间范围大、成藏体系大、储量规模大”三个基本特征。大油气区的“时空标志”体现在一定地质时期形成的原型盆地及其充填物的横向

波及范围及纵向上对应的层段所构成的“四维地质体”，这一“四维地质体”是大油气区油气赋存的物质载体，其内部的油气分布受成藏要素和成藏作用的时空有效配置控制，如鄂尔多斯盆地拗陷层大油区对应的时空范围是中生代形成的拗陷盆地，横向上是现今拗陷层三叠—侏罗系的展布范围，纵向上是含油层段分布的范围。大油气区的“地质标志”体现在构造动力学和成藏条件的统一性或相似性。“资源标志”体现在储量规模较大，总体具有5亿t级以上石油可探明储量或5000亿m³以上天然气最终可探明储量规模。

大油气区地质与勘探认识是一个综合的集区域性油气基础地质、勘探认识、勘探思路和技术方法为一体的地质认识与方法体系。该理论强调“立足长远、着眼全局、控制规模”的勘探理念，突出“整体研究、整体部署、整体评价”的勘探思路，树立“选点突破、分带控制、宏观连片”的评价方法。大油气区提出的目的在于强调勘探思路从“点”、“带”向大区的发展，以大油气田发现带动大油气区勘探，以大油气区的构建带动大油气区建设，进而指导油气管网规划与建设，实现整体勘探、科学勘探和效益勘探。期望对国内大油气区的构建和在海外油气战略选区，在勘探实践中具有一定的参考价值。

在大油气区的结构和组成上，油气藏是组成大油气区的基本元素，油气田是大油气区的基本构成单元，油气聚集区带是大油气区的主体骨架部分。如果把大油气区比作一个住宅小区，油气藏则相当于楼房内的居室，油气田相当于一栋楼的单元，油气聚集区带相当于一栋楼，大油气区即相当于若干栋楼连同其他附属设施组成的一个住宅小区。因此，油气藏（田）是构成大油气区的基础和核心，是大油气区勘探和研究的重点，本书主要阐述了不同类型大油气区的形成条件、油气成藏机制、分布规律和勘探战略等。

本书共分为五章。第一章介绍了大油气区的基本涵义，包括大油气区提出背景、大油气区的内涵和标志以及大油气区分类和命名；第二章介绍了大油气区地质特征与形成条件，包括大油气区地质特征、大油气区内油气分布与“相控”特征；第三章介绍了不同类型大油气区地质特征与成藏机制，包括大油区与大气区形成条件的差异、构造与岩性地层大油气区的共性和差异、低丰度岩性与中高丰度地层圈闭大油气区的共性和差异、大气区与大气田的地质特征、低孔渗大气区成藏机制和控制因素、碎屑岩大油区形成机理与分布控制因素、海相碳酸盐岩大油气区形成和分布控制因素、火山岩大油气区形成和分布控制因素；第四章概略介绍了国内外典型大油气区各论，包括全球典型大油气区、中国大油区、中国大气区和大油气区，主要是对前人已发表的论文和出版的专著的有关资料的引用而编辑而成，目的是提供基本素材；第五章介绍了大油气区的评价方法，包括“立足长远、着眼全局、控制规模”的勘探理念，“整体研究、整体部署、整体评价”的勘探思路，“选点突破、分带控制、宏观连片”的勘探方法以及进行大油气区勘探的现实意义。

本书的前言、第一章、第二章、第三章、第五章由邹才能、陶士振撰写，第四章由邹才能、方向编写。书中部分观点与资料包括了本书作者、以及侯连华、朱如凯、张光亚、袁选俊等同仁在《中国科学》、《科学通报》与《石油勘探与开发》等杂志发表的内容。书中还引用和摘录了一些学者的文献和著作等相关内容，由于时间关系，没有来得

及仔细消化和梳理，对这些作者深表衷心的感谢！戴金星院士在日常研究和成书过程中，给予了许多关心、支持和帮助，在此表示衷心的感谢和敬意！

本书虽经过三年多的准备，亦常与相关专家请教与讨论，但还是感到时间较紧，水平有限。错误和不妥之处在所难免，恳请各位学者批评指正，以期能再版时充实提高。

目 录

序

前言

| | |
|------------------------------------|----|
| 第一章 大油气区的基本涵义 | 1 |
| 第一节 大油气区提出背景 | 1 |
| 一、油气地质勘探理论简要回顾 | 1 |
| 二、大油气区概念的提出及意义 | 5 |
| 第二节 大油气区的内涵和标志 | 6 |
| 一、大油气区的内涵 | 6 |
| 二、大油气区的标志 | 7 |
| 三、大油气区的特征 | 8 |
| 第三节 大油气区分类和命名 | 9 |
| 一、全球油气聚集域的划分 | 9 |
| 二、大油气区分类 | 11 |
| 三、大油气区的命名 | 13 |
| 第二章 大油气区地质特征与形成条件 | 15 |
| 第一节 大油气区地质特征 | 15 |
| 一、基本统一的区域构造背景 | 16 |
| 二、基本相似的优质烃源岩 | 17 |
| 三、基本相似的有利储集体 | 18 |
| 四、基本相似的圈闭类型群 | 18 |
| 五、基本相似的有效区域性盖层 | 18 |
| 第二节 大油气区内油气分布的“相控”特征 | 20 |
| 一、油气分布的“相控”特征 | 21 |
| 二、沉积相对油气分布的控制 | 22 |
| 三、成岩相对油气分布的控制 | 25 |
| 第三章 不同类型大油气区地质特征与成藏机制 | 43 |
| 第一节 大油区与大气区形成条件的差异 | 43 |
| 一、大油区与大气区烃类母质来源的差异 | 43 |
| 二、大油区与大气区储盖配置的差异 | 44 |
| 三、大油区与大气区成藏运移的差异 | 45 |
| 四、大油区与大气区成藏机制的差异 | 46 |
| 五、大油区与大气区成藏时期的差异 | 47 |
| 六、大油区与大气区保存条件的差异 | 49 |
| 七、大油区与大气区在空间分布上的差异 | 49 |

| | | |
|-----|---------------------------------|-----|
| 第二节 | 构造与岩性地层大油气区的共性和差异 | 50 |
| 一、 | 岩性地层油气藏与构造油气藏内涵的异同 | 51 |
| 二、 | 岩性地层油气藏与构造油气藏形成机制的差异 | 54 |
| 三、 | 岩性地层油气藏与构造油气藏分布和富集规律的差异 | 61 |
| 第三节 | 低丰度岩性与中高丰度地层圈闭大油气区的共性和差异 | 65 |
| 一、 | 低丰度岩性圈闭大油气区形成条件与分布规律 | 65 |
| 二、 | 中高丰度地层圈闭大油气区成藏机制与分布规律 | 82 |
| 第四节 | 大气区与大气田的地质特征 | 96 |
| 一、 | 大气区与大气田的概念和类型 | 97 |
| 二、 | 大气区与大气田的地质特征 | 100 |
| 三、 | 大气区与大气田分布的主控因素 | 108 |
| 第五节 | 低孔渗大气区成藏机制和控制因素 | 113 |
| 一、 | 低孔渗砂岩大气区(田)的内涵和分类 | 114 |
| 二、 | 低孔渗砂岩大气区(田)的主要地质特征及成因分析 | 117 |
| 三、 | 低孔渗砂岩大气区(田)形成的控制因素 | 121 |
| 四、 | 低孔渗砂岩大气区成藏机制 | 127 |
| 第六节 | 碎屑岩大油区形成机理与分布控制因素 | 133 |
| 一、 | 层序格架下圈闭类型 | 133 |
| 二、 | 不同含油气组合成藏动力学特征 | 138 |
| 三、 | 石油充注期次与成藏年代 | 144 |
| 第七节 | 海相碳酸盐岩大油气区形成和分布控制因素 | 154 |
| 一、 | 广布高效的优质烃源岩是控制大中型岩性地层油气区形成的物质基础 | 155 |
| 二、 | 古隆起及围斜带控制有利储层、岩性地层圈闭的发育和油气聚集 | 157 |
| 三、 | 大型不整合面控制储层改造、输导通道和大型地层油气藏的形成和分布 | 159 |
| 四、 | 礁滩高能相带控制有利储集体和岩性圈闭油气藏的形成和分布 | 161 |
| 五、 | 次生溶蚀淋滤带控制高孔渗岩性圈闭储集体的发育和分布 | 163 |
| 六、 | 断裂裂缝发育带控制碳酸盐岩岩性地层油气田的分布和富集 | 164 |
| 七、 | 有效岩性地层圈闭和保存控制大中型岩性地层油气藏的形成和分布 | 166 |
| 第八节 | 火山岩大油气区形成和分布控制因素 | 166 |
| 一、 | 国内外火成岩大油气区(田)勘探进展与特点 | 167 |
| 二、 | 火山岩大油气区储层形成与分布控制因素 | 172 |
| 三、 | 火山岩大油气区成藏特征与油气分布规律 | 185 |
| 四、 | 火山岩大油气区勘探发展趋势 | 190 |
| 第四章 | 国内外典型大油气区形成与分布 | 192 |
| 第一节 | 全球典型大油气区 | 192 |
| 一、 | 波斯湾大油气区 | 192 |
| 二、 | 里海大油气区 | 197 |
| 三、 | 北海大油气区 | 204 |
| 四、 | 西西伯利亚大油气区 | 213 |

| | | |
|------------|-----------------------|------------|
| 第二节 | 中国大油区 | 218 |
| 一、 | 渤海湾碎屑岩岩性-构造型大油区 | 218 |
| 二、 | 松辽碎屑岩构造-岩性大油区 | 226 |
| 三、 | 鄂尔多斯中生界碎屑岩岩性型大油区 | 234 |
| 四、 | 准噶尔西北缘碎屑岩与火山岩岩性地层型大油区 | 241 |
| 五、 | 青藏碳酸盐岩构造-岩性型潜在大油区 | 246 |
| 第三节 | 中国大气区 | 253 |
| 一、 | 鄂尔多斯上古生界碎屑岩岩性型大气区 | 253 |
| 二、 | 库车前陆冲断带碎屑岩构造型大气区 | 259 |
| 三、 | 四川上三叠统碎屑岩岩性型大气区 | 269 |
| 四、 | 柴达木三湖第四系碎屑岩构造型大气区 | 273 |
| 五、 | 鄂尔多斯下古生界碳酸盐岩岩性地层型大气区 | 278 |
| 六、 | 四川二叠系—三叠系海相碳酸盐岩岩性型大气区 | 288 |
| 七、 | 松辽深层火山岩构造-岩性型大气区 | 297 |
| 八、 | 准噶尔石炭系火山岩岩性地层型大气区 | 304 |
| 第四节 | 中国海相大油气区 | 310 |
| 一、 | 塔里木台盆区构造演化 | 310 |
| 二、 | 塔里木台盆区烃源岩 | 311 |
| 三、 | 塔里木台盆区储盖组合 | 313 |
| 四、 | 塔里木台盆区油气藏圈闭类型 | 319 |
| 第五章 | 大油气区的评价方法 | 322 |
| 第一节 | 勘探理念 | 322 |
| 一、 | 立足长远 | 322 |
| 二、 | 着眼全局 | 323 |
| 三、 | 控制规模 | 326 |
| 第二节 | 勘探思路 | 329 |
| 一、 | 整体研究 | 329 |
| 二、 | 整体部署 | 333 |
| 三、 | 整体评价 | 336 |
| 第三节 | 勘探方法 | 340 |
| 一、 | 大油气区勘探评价方法 | 341 |
| 二、 | 不同类型大油气区评价方法 | 344 |
| 第四节 | 大油气区的勘探意义 | 355 |
| 一、 | 加快明确大油气区分布边界 | 355 |
| 二、 | 加快明确大油气区勘探方法 | 355 |
| 三、 | 加快明确大油气区储量规模 | 356 |
| | 主要参考文献 | 357 |

第一章 大油气区的基本涵义

本章基于对全球油气分布规律的分析,认为我国陆上油气勘探进入发现大油气田、构建大油气区的新阶段,因此提出了大油气区的概念:大油气区处于统一的构造动力学背景中,由一系列在成因、类型和分布方面相联系或相关的油气区、油气聚集带构成,其范围可以比盆地(或凹陷)大,也可以比盆地小,有利构造背景、优质烃源岩、有利储集层、圈闭类型、有效区域性盖层等都基本相似,勘探评价方法与技术也基本相同,储量规模较大。统一的构造动力学背景和相似的成藏条件是形成大油气区的基础,原型盆地或凹陷(群)类型是划分大油气区的基本依据。中国地跨环太平洋主动型大陆边缘巨型油气域和大陆板块挤压碰撞型巨型油气域,目前共发现储量规模较大的4个大油气区、7个大气区和1个大油气区。根据大油气区的形成条件和特征,在勘探研究战略上,坚持“立足长远、着眼全局、控制规模”的勘探理念,“整体研究、整体部署、整体评价”的勘探思路,“选点突破、分带控制、宏观连片”的勘探方法。油气勘探不因一口井、一个区块的失利或技术暂时的限制而影响对大油气区的整体评价与推进。大油气区概念的提出旨在强调、促进研究和勘探思路的进一步转变,以大油气田勘探带动大油气区的发展,以大油气区发展带动大油气区的建设。同时可为油气输送的管网布局和建设提供依据。

第一节 大油气区提出背景

一、油气地质勘探理论简要回顾

科学的理论是认识世界的工具,也是改造世界的指南。现代油气勘探与早期的随机打井,与直觉找油的根本区别就在于它是在油气田形成模式与分布规律理论的指导下,运用各种手段和方法进行资料的采集、处理与综合分析,判断油气田形成的基本条件是否存在,不断缩小勘探靶区,最终发现和探明油气田。“油气首先存在于石油地质学家的头脑之中”(Perrodon, 1983)。机敏的石油勘探家往往能够及时提出新的找油气理念。把一次新的成功或失利经验,灵活地运用到找油气勘探工作中去。不断出现的找油新观念和新认识,这正是推动油气勘探不断向前发展的原动力。“认识没有止境,勘探没有禁区”。随着油气勘探工作的不断推进,勘探理论也不断向前发展。

油气地质学理论可分为油气地质理论和油气勘探理论两大类。油气地质理论包括生油、沉积、储层、构造、成藏等油气地质学科理论,重点研究陆相、海相地层油气藏形成与分布等机理性内容,主要回答油气资源潜力、成藏条件、成藏机理与分布规律等相关问题;油气勘探理论包括源控论、复式油气聚集带等油气勘探应用理论,重点研究油气田(区)分布与富集规律等内容,主要回答勘探部署与评价等相关问题。

油气勘探理论是在勘探实践中通过认识、实践、再认识的不断反复而向前发展。对

油气田形成与分布规律的认识,实际上是一个总结、应用、修正“勘探模型”的过程。一个“勘探模型”也只有随着新资料的获得不断加以修正,才能更加符合地质实际,从而推动油气勘探工作不断向前发展。

综观世界油气勘探理论的发展历史,其与人类的认识规律相符合,大致经历了从直观感觉,到感性认识,再到理性综合三个主要的发展阶段。

在早期的油气勘探活动中,由于人们缺乏对地质规律的认识,没有相应的理论指导,找油工作主要依赖的是一种自然现象的直观感觉,如利用油气苗找油、靠迷信观念布井等(吴欣松等,2001),可称此阶段为原始找油理论阶段。

油气苗是油气勘探应用得最早,也最直观直接的标志之一。在世界石油勘探历史中曾发挥过巨大的作用。1859年,美国的第一口油井打在宾夕法尼亚州泰特斯维尔附近的油苗处,1859年8月当钻至井深21m处的德拉克砂岩时,获得了少量的石油,这是世界近代史上找到的第一个油田。第二年在200m深处的“第一德拉克砂岩”里钻出了自喷的石油,从而发现了华特孙油田。在我国古代最早开发和利用天然气的四川、陕西等地,确定井位的含气主要也是油气苗。我国近代和现代发现的最老的几个油气田,如延长、老君庙、独山子、圣灯山、克拉玛依等也均因其位于油气苗附近而被发现。

油气苗的存在预示着地下存在着油气的运移,说明该区至少具备了一定的油源条件。大范围的油气苗显示,更是找油有利的标志。美国俄克拉何马州油气苗和含沥青砂岩遍布于该州的南部和东北部的广大地区。1875年,G.K.格勒首次在该州发现地面油苗,1897年开始在该州进行石油钻探,经过近百年的勘探,证实该州含油气面积占全州面积的一半以上,共发现各种类型的油气藏3000多个,累计生产油气已超过25亿t。

原始找油阶段另一主要依据是基于迷信观念(吴欣松等,2001)。我国古代很早就有“看风水”找油的记载,《舆地纪胜》一书中就记述了汉代张陵依“见阳山以气”选定井位,汉廷尉扶嘉临终之时,据“三牛地马岭”之地势提出云阳井位。这些观点无不充满了浓郁的迷信色彩,是对地质情况认识肤浅所致。

20世纪初,“油气田线状分布理论”曾统治了德国油气勘探界相当长的一段时间。在当时的德国,人们将已知的产油井点连成一条直线,找油就在该线上进行。由于当时发现的油气田大多位于盐丘构造的翼部,而盐丘构造基本是沿断层排列,故线状找油理论的应用在当时获得了不少成功。但由于不同的地区其地质条件千差万别,最终使得“油气田线状分布理论”在推广的过程中遭受了重大的挫折。

随着勘探活动的进一步增加,人们对地质规律的认识开始形成并用于找油实践。它预示着石油地质的思想已经开始孕育,油气勘探工作也开始由盲目的随机打井走上以科学理论为指导的正确轨道。先后诞生了“背斜找油”和“圈闭找油”理论。

19世纪中叶,在我国四川盆地自流井气田部署的井位就与背斜的轴线十分吻合,它充分说明了我国古代人民对油气分布规律已经有了初步的认识。与此同时,美国宾夕法尼亚的地质家们发现,油气均位于砂岩层的最高部位,也就是背斜构造的高点上,由此诞生了“背斜找油”理论(吴欣松等,2001)。

1861年,怀特正式发表文章,第一次明确提出了背斜是油气聚集的场所。但是该理论的提出在美国国内没能够引起勘探家的重视,直到1875年,背斜聚油理论传到欧

洲，才得到了广泛的采用，并取得了显著的勘探成果。1880年以后，美国、墨西哥等美洲国家开始推广背斜找油，到第一次世界大战之前，在美国中部内陆地区发现了大批地面背斜构造，在勘探上获得了成功。至此，石油地质家才逐渐成为专门人才，并得到世界正式承认。1917年美国石油地质家协会（AAPG）的宣告成立，标志着石油地质学的诞生。从此，石油地质学开始取代“风水论”和“龙脉说”等原始找油概念，成为一门不可缺少的找油科学。

通过进一步的勘探实践，人们又发现油气聚集的场所不仅包括背斜，而且还包括其他场所，于是开始提出圈闭的概念，后来又逐渐提出复合圈闭、隐蔽圈闭等新概念。人们开始认识到，只要具备储层、盖层和防止油气逸散的遮挡条件，就有可能形成油气的聚集，而背斜仅仅是各类圈闭中最常见而且也是最简单的一种（吴欣松等，2001）。从1920年前后直到20世纪中叶，指导油气勘探的主要理论是圈闭聚油理论。

圈闭聚油理论的形成，说明地质勘探专家已经注意到了局部的油气聚集规律。在该时期内的勘探油气工作，包括地质与物探，都是紧紧围绕寻找各种类型的圈闭，查明有利圈闭形成的各种地质环境。但是，通过进一步的实践认识到，并非在同一区域范围的所有圈闭都有油气聚集。由此人们开始联想到，构造并不是控制油气分布的唯一因素，勘探活动开始由感性认识发展到理性认识的新阶段。

世界油气的勘探与利用虽已有上千年的历史，但是直到20世纪中叶，随着圈闭聚油理论进一步发展，人们才开始认识到控制油气聚集的更宏观因素，如区域性隆起，应是圈闭找油概念的进一步延伸。前苏联地质学家更是比较早地提出了“含油气省”的概念：“含油气省是成因上有联系的，并与其在大区域构造单元相伴随的油气聚集区域。”虽然他们对控制油气分布的这一“大型区域”还仅限于一种直观的认识，但是这些概念的提出，进一步扩大了人们对宏观油气分布规律认识的视野，使得人们从直观感觉和对局部油气聚集规律的认识中争脱出来，开始了理性的、系统的思考。

后来，布罗德和耶列门科意识到，“含油气省”实际上就是沉积拗陷。他们定义“含油气省是地壳中的这样一个地段，该地段在漫长的地质历史时期是一个统一的沉积拗陷，而拗陷的特点是有沥青生成作用和区域性油气聚集的条件”。在布罗德后来的著作中，他力求从盆地的发展历史出发，从本质上将沉积拗陷同成烃成藏的过程联系起来。除此之外，Weeks、Perrodon等也先后提出了沉积盆地与油气成因的有机联系。Perrodon在其所著的《石油地球动力学》一书中，明确提出“没有盆地就没有石油”；Weeks认为，盆地分类是评价和发现油气资源的基础。我国已故著名地质学家朱夏先生也提出了“将盆地作为一个整体，率先考察它的全貌，进一步按构造、沉积等方面的特征把盆地划分为若干个具有不同含油气远景区”的找油方针。

沉积盆地找油理论的提出，是石油地质学从实践到认识的一次重要飞跃，它表明人们已经开始认识到只有沉积盆地才能够聚集有机物质并转化为油气。从沉积盆地整体出发，系统分析油气形成的基本地质与地球化学条件、油气源与圈闭在时间和空间上的配置关系，是正确认识油气藏平面和垂向上的分布规律，逐步缩小勘探靶区，提高油气勘探成功率和勘探效益的必由之路（吴欣松等，2001）。立足沉积盆地，系统研究油气藏形成的石油地质条件和油气分布规律，是现代找油理论出现的重要标志。

立足盆地找油，实质上是源控与圈闭论的有机结合，是现代油气勘探理论的最大特

点(吴欣松等, 2001)。20世纪70年代后提出和迅速发展起来的含油气系统理论也可以说是对盆地找油理论的系统总结和上升发展, 60年代后, 我国地质学家根据陆相沉积盆地油气形成特征与分布模式而提出的“油气分布的源控理论”就是现代找油理论的早期代表。在大庆油田的勘探中, 我国石油地质学家们就深刻认识到, 长期稳定持续下沉的深拗陷是生油的最有利地区, 这个地区控制了油气田的分布。提出了“生(生油岩)、储(储层)、圈(圈闭)、盖(盖层)、运(运移)、保(保存)”等是油气藏形成的关键要素。

以上简要回顾了世界油气勘探理论。下面简要回顾一下我国油气地质勘探理论的发展历程。近半个世纪以来, 一代又一代的石油地质与勘探科技人员坚定不移地走自主创新之路, 推动了以中国陆相石油地质理论、海相石油地质理论、天然气地质理论等为核心的中国石油地质理论体系的建立和发展, 为我国石油工业的发展发挥了重大作用。

我国老一代地质学家们在60多年前提出了“陆相生油说”, 经长期的陆相盆地油气勘探实践, 逐渐形成了系统的“陆相生油理论”, 并依据陆相油气藏(田)的形成、富集与分布规律, 提出了“源控论”和“复式油气聚集带理论”等重要理论, 有效地指导了我国陆相沉积盆地的油气勘探, 推动了我国石油工业的高效快速发展。陆相生油理论、陆相沉积与储层地质理论, 突破了国外只有海相沉积盆地才能形成油气藏的传统认识, 发现了大庆油田, 从此摘掉了“中国贫油”的帽子。“复式油气聚集区带理论”成就了我国东部油区历史上产量的高峰, 巩固了渤海湾油区为我国大油区的战略地位。“煤成烃理论”有效指导了西北地区侏罗系煤系沉积盆地的油气田发现, 奠定了在我国西部煤系地层中找油、找气的理论基础, 使我国西部地区成为我国近年来油气储产量增长的重要地区。我国天然气理论从油型气的“一元论”发展为油型气和煤成气的“两元论”, 从“两元论”发展成油型气、煤成气、无机成因的“多元论”, 并提供了定量鉴别指标; 明确提出了大中型油气田形成与分布的主要控制因素, 揭示了天然气高效成藏与中低丰度大面积成藏的机理与分布规律, 大力推动了我国天然气的勘探, 促进了我国天然气工业的迅猛发展, 使我国迈入了世界重要的天然气产气大国的行列。

进入新世纪以来, 根据我国陆上东部绝大部分探区已经进入了以岩性地层油气藏为主要勘探对象、中西部探区也进入了构造油气藏和岩性地层油气藏并重, 以及岩性地层油气藏在新增储量中所占的比例越来越大的事实, 针对我国陆相断陷、拗陷、前陆和海相四类沉积盆地的特殊性, 通过系统的研究, 建立了中国陆上岩性地层油气藏区带、圈闭、富集等地质理论, 推动了中国陆上油气勘探由构造油气藏向岩性地层油气藏的重大转变, 使中国陆上大规模的岩性地层油气藏勘探取得了显著成效。在中西部前陆盆地油气勘探中, 大胆引进断层相关褶皱理论, 建立了中国前陆盆地油气成藏与富集理论, 促进了中国中西部前陆盆地克拉2等一批大油气田的发现。在叠合盆地油气勘探中, 提出了叠合盆地油气形成、分布与富集, 以及复合含油气系统研究方法、深层优质储层形成演化机理等新认识, 突破了简单含油气系统与常规油气成藏的传统认识, 奠定了在叠合盆地中下部组合火山岩、海相碳酸盐岩中寻找大油气田的理论基础。尤其是针对我国海相碳酸盐岩板块小、时代老、储层非均质性强、油气成藏复杂的特点, 提出了古隆起、台缘带和台内礁滩等油气藏形成与分布规律; 基于我国陆上火山岩储层的分布特点, 提出了东部岩性型、中西部地层型火山岩油气分布与富集规律等新认识, 指导了火山岩、

海相碳酸盐岩油气田的大发现与发展。我国石油地质理论的一系列新进展,实现了从地质规律的认识认识到石油地质理论的升华,体现了基础理论与实际应用的结合,提出了有价值的创新性观点,而且紧密结合我国油气勘探实践,对油气勘探具有重要指导意义。

随着我国经济的快速发展,对油气的需求更加迫切,国家和各大石油公司和相关院校都设立重大地质理论攻关课题,油气地质理论处于大发展时期,正在形成我国乃至全球新一代油气地质理论和勘探理论,对石油工业的发展必将起到重大而深远的影响。

二、大油气区概念的提出及意义

全球油气勘探实践表明,油气田(藏)大部分聚集在特定的地带和区域,即富集在油气域、油气区和油气带中。国内外对油气聚集带的研究较多,但对大油气区研究较少。国外学者多根据板块构造演化及分区来划分全球或地区性含油气区(Brooks, 1990; Perrodon, 1983; Klemme et al., 1991),但不同学者划分出的类型和名称有所不同,如含油气区、油气域等。中国对油区研究总体较少,多是对含油气盆地进行分区、分类研究,但对气区研究较多,戴金星(1991)最早提出了气聚集带、气聚集区和气聚集域的概念,气聚集带系指成因紧密联系、分布彼此毗邻、受相似地质因素控制的若干气田的组合物;同一类型或两种类型的若干相邻气聚集带有规律的组合则构成气聚集区;气聚集域是大区域、洲际性展布的地质单元,控制其形成的是某些规模宏大的地质作用(戴金星等, 1995)。总的来说,目前国内对相对小规模油气聚集区带关注和研究较多,而对大油气区形成条件、富集规律、储量规模与评价方法等没有全面、系统的认识与总结。

中国石油勘探地质理论从松辽盆地勘探初期的源控论、到以渤海湾盆地勘探实践为基础的复式油气聚集带等理论、西部前陆盆地断层相关褶皱理论、叠合盆地中下组合碳酸盐岩和火山岩成藏理论、四类盆地岩性地层油气藏理论、天然气理论等,有力地指导和推动了中国油气勘探从点到带,从带到盆,从盆地到山前冲断带,从构造高部位到斜坡和洼陷区不断发展。随着全国乃至全球油气地质条件的深化研究,区域性成藏地质条件基本清楚,勘探不断深入与油气管网的建设,油气勘探研究总体从纵向上小的油气成藏组合向横向大的油气区成藏延伸,从局部勘探、区带勘探,向大区整体勘探方向发展,因此,我国陆上油气勘探总体进入了发现大油气田、构建大油气区的新阶段。

本书基于对全球油气地质与资源分布特点的认识,结合我国油气区域成藏与宏观分布规律的研究,提出了“大油气区”的地质认识。认为大油气区是处于同一区域构造背景,由一系列在成因、类型和分布上相关联的,石油储量规模在5亿~10亿t以上或天然气储量规模大于0.5万亿~1万亿 m^3 的含油气区,由多个油气田群或带构成。一般来说,由于同一大油气区具有基本统一的区域性成藏背景,因而采用的勘探技术和部署方案也基本相似。成藏地质认识上,大油气区强调区域构造动力学背景和区域成藏条件(包括烃源岩、储集层、圈闭和区域盖层)的相似性;地质单元介于传统的油气聚集域和油气聚集区之间,范围可以比盆地大,也可以比盆地小。空间标志、地质标志和资源标志等显著,具有“空间范围大、成藏体系大、储量规模大”三个基本特征。大油气区勘探强调“立足长远、着眼全局、控制规模”的勘探理念,突出“整体研究、整体部

署、整体评价”的勘探思路，树立“选点突破、分带控制、宏观连片”的勘探方法。大油气区勘探提出的目的在于：以大油气田发现带动大油气区勘探，以大油气区的构建带动大油气区建设，进而指导油气管网规划与建设，实现整体勘探、科学勘探和效益勘探。同时，有利于加快明确大油气区“分布边界、勘探方法、储量规模”，并期望对国内大油气区的构建和在全球油气战略选区，在勘探实践与研究中提供一定参考。

第二节 大油气区的内涵和标志

一、大油气区的内涵

国内外文献常见“含油气区 (petroleum province)”术语，它是一个泛指性术语，既可指全球大区域的油气聚集单元，也可指地区性的油气聚集单元。因此，含油气区的研究涉及不同层次，从对全球规模油气分布角度进行区域性划分和宏观评价，到对某一盆地油气聚集区块的划分、评价，但多数是对某一个国家或地区进行油气聚集区带和分布的研究。随着经济和社会发展对油气需求的不断增长，大油气区的研究、评价、勘探与开发具有直接的现实意义。

大油气区内涵是指处于统一构造动力学背景中，由一系列在成因、类型和分布方面相联系或相关的油气区、油气聚集带构成的储量规模较大的含油气区。同一大油气区具有“基本相似的构造动力学背景和性质，基本相似的优质烃源母质、基本相似的有利的储集层、基本相似的圈闭类型和基本相似的区域盖层”等区域成藏条件，采用的勘探技术与评价方法也基本相同，一般来说，应具有5亿~10亿t级以上石油可探明储量或0.5万亿~1万亿m³以上天然气最终可探明储量规模的大油气田群。

可将大油气区划分为不同类型和级别（表1-1），类型上按照圈闭可分为构造型、岩性地层型大油气区，按照储层可分为碎屑岩、碳酸盐岩与火山岩等大油气区，按照流体可分为大油区、大气区等；级别上按照储量规模大油区可划分为3亿~5亿t、5亿~10亿t、10亿~20亿t、20亿~50亿t和50亿t以上等级别，大气区可以划分为0.3万亿~0.5万亿m³、0.5万亿~1万亿m³、1万亿~2万亿m³、2万亿~5万亿m³和5万亿m³以上等不同级别。不同类型大油气区成藏条件和评价方法有差异，勘探要尽快明确各类大油气区分布的空间边界、可采储量规模与评价方法，为大油气区勘探与开发部署、油气管网布局与建设提供科学依据。

表 1-1 大油气区级别分类表

| 级别 | I级 | II级 | III级 | IV级 | V级 |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 大气区/万亿m ³ | >5 | 5~2 | 2~1 | 1~0.5 | 0.5~0.3 |
| 实例（可能达到的规模） | 四川 | 鄂尔多斯 | 库车 | 松辽深层 | 柴达木 |
| 大油区/亿t | >50 | 50~20 | 20~10 | 10~5 | 5~3 |
| 实例（可能达到的规模） | 松辽、渤海湾 | 鄂尔多斯 | 准噶尔 | 柴达木 | 海塔一二连 |

同一大油气区或油气区因处于统一的构造动力学背景，区域成藏条件相似，具有相似的烃源层、储集层和盖层。但不同学者对油气区的定义和划分有不同的方案和标准。

戴金星强调全球煤系烃源岩的区域性分布，侧重于煤系及其对大中型气田分布的控制作用。张恺强调板块构造演化及不同板块之间的动力学关系对油气区域分布的控制，侧重于板块构造控制的隆起带和沉积带（盆地）与油气分布的关系。本章强调统一的构造动力学背景（相同或相似的原型盆地类型）和相似的成藏条件（烃源岩、储集层、圈闭类型、区域盖层），侧重于区域成藏条件和油气分布富集的相似性。

本章将成盆动力学环境和性质，亦即原型盆地（群）作为大油气区划分的基本依据。如松辽拗陷层大油区、松辽断陷层大气区、鄂尔多斯克拉通大气区等。大油气区在地域规模上相当于戴金星提出的气聚集域和气聚集区之间的含油气地质单元，其范围可以比盆地（或凹陷）大，也可以比盆地小，但储量规模总体较大，其成藏主控因素也有区别。根据构造单元（或沉积体系，或油气汇聚单元等），一个大油气区又可划分为若干油气区（或称油气聚集区），如四川盆地碳酸盐岩大气区可进一步划分为川东高陡构造气区、川东北-礁滩型碳酸盐岩大气区、乐山—龙女寺加里东古隆起气区等。

二、大油气区的标志

大油气区是以一定的原型盆地及其相应的沉积体系为载体，但有了沉积盆地及其沉积岩系只是前提和基础，最富集的油气区具有有利的地质动力学、古地理或沉积学条件及其时空上的优化组合。此外，构造变形应适度，使生成的油气不会因侵蚀作用而散失，非常重要的一项是沉积岩的分布、经历的相关地质事件在时间和空间上的有利匹配，以便构成油气生成、储集和保存所必要的连接和组合，尤其需要在某些时期存在还原环境和多种高能相的古地理环境，有效烃源岩处于成熟区内，全部地层均由非渗透层广泛覆盖（Perrodon, 1983; Emil et al., 1997）。

油气区同各类矿产的聚集一样，均属特定的地质异常（Perrodon, 1983; Emil et al., 1997），地质异常受较复杂的地质规律支配。大油气区的形成与分布受地层、沉积、水文地质、构造等许多条件控制，这些条件控制着生油气层、储集层和盖层及其组合，进而控制气藏的形成和分布。总之，大油气区犹如一个大工厂（系统）的成品库，是原材料、生产工艺、运输和仓储等要素和环节在时空上有机组合孕育的结果。

基于前人对油气区的研究（Perrodon, 1983; Emil et al., 1997），本章提出了确认大油气区的三项标志，亦即大油气区的自身属性（表 1-2）：①空间标志，即一定区域内某一或某些层系中已证实的“有效”沉积面积（或体积），即含有油气的面积，通常在 $5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 以上，该标志由地理、层系和面积（或体积）三个要素构成，大油气区的空间范围即某一原型盆地所对应的纵向层段和横向边界范围，该范围跨越了传统的油气聚集区的范围；②成藏标志，即形成油气田（群）所涉及的沉积、流体、地温、构造和水动力等区域地质条件、成藏要素及其有效的时空耦合；③资源标志，包括油气藏类型和数量、储量丰度和产地类型，发现的石油和天然气储量规模以及最终可探明的储量规模较大，本章之所以考虑到剩余资源潜力，意在强调不仅要关注已发现的现实油气区，而且还要关注潜在的和有远景的油气区。在上述标志中，尤以油气储量丰度和产地类型更为重要，这两方面直接反映了油气区内油气藏（田）分布状况、储量丰度与规模及其勘探对策。