

普通高等学校教材

油气田开发地质学

GEOLOGY OF OIL-GAS FIELD EXPLOITATION

陆正元 张银德 段新国 杨 斌 孙来喜 编

地质出版社

普通高等学校教材

要 要 容 内

油气田开发地质学

陆正元 张银德 编
段新国 杨 斌 孙来喜

地质出版社

· 北 京 ·



内 容 提 要

本书系统介绍了油气田勘探开发中的钻井地质资料获取以及油藏开发地质特征研究的基本理论与方法, 主要内容包括钻井地质、油层对比及细分沉积相、油气田地下储层研究、油气藏构造特征研究、地层压力和地层温度、石油和天然气储量计算。

本书主要作为高等院校石油地质和石油工程专业基础课教材, 也可供从事油气田勘探开发的地质工作者、油藏工程技术人员以及其他相关学科的科学研究人员参考。

油气田开发地质学

图书在版编目 (CIP) 数据

油气田开发地质学 / 陆正元等编. — 北京: 地质出版社, 2016. 8

ISBN 978-7-116-09867-1

I. ①油… II. ①陆… III. ①石油天然气地质—高等学校—教材 IV. ①P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 184369 号

Youqitian Kaifa Dizhixue

责任编辑: 徐 洋

责任校对: 张 冬

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话: (010) 66554579 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真: (010) 66554582

印 刷: 北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 14.5

字 数: 359 千字

印 数: 1—2000 册

版 次: 2016 年 8 月北京第 1 版

印 次: 2016 年 8 月北京第 1 次印刷

定 价: 23.60 元

书 号: ISBN 978-7-116-09867-1

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

前 言

油气藏深埋地下数百米至数千米，地质工作者不能进入油气藏内部采用地面地质工作的方法去身临其境地直接观察和认识油气藏地质特征，只能通过钻孔开采，研究各种直接的和间接的信息，通过地质推理的综合分析来认识油气藏的固有特征。因此需要综合研究油气田勘探开发中的各项地质录井、地球物理（包括测井）、试油和分析化验资料，从而掌握油气田地质结构、储层特征、油气水分布、地层温度、地层压力和油气储量等，这些描述油气藏地质特征的内容构成了油气田地质工作的主要部分，同时也是资源勘查工程（石油地质）和石油工程两个专业的基础教学内容。按照传统习惯和专业分工，原地质矿产部所属院校编写出版《油气田地下地质学》（陈立官，1983），原石油工业部所属院校编写出版《油矿地质学》（陈碧玉，1987），供石油地质和石油工程专业学生学习使用。这两部教材在内容和体系上基本大同小异，前者更注重油田区域地质研究。

成都理工大学一直使用《油气田地下地质学》一书作为石油地质和石油工程两个专业的专业基础课教材，在现代地球物理方法已经可以解决油气田地下地质构造、区域地层对比，甚至可以解决储层预测或部分解决储层流体检测的今天，油气田地下构造的研究已不再把钻井资料作为重点依靠的资料和认识手段，但油气田地下地质的研究方法仍然是油气田开发地质学研究的主要手段。在老油田精细开发、新油田油藏地质条件复杂的新形势下，加强油气田开发地质学研究是高效开发油气田的重要基础。基于油气田开发地质工作的研究内容，成都理工大学能源学院组织编写《油气田开发地质学》一书作为本科生教材，在10余年内部使用的基础上通过反复修改、完善，现正式出版。

本教材共分六章，由陆正元主编。其中，陆正元编写绪论、第二章和第四章，段新国、张银德编写第一章，孙来喜编写第三章，张银德编写第

五章，杨斌、张银德编写第六章。赵冠军参与了教材内容的审定和修改。成都理工大学能源学院油气田开发地质专业研究生承担了大量的资料收集、编图和文字校对工作。

中国石油勘探开发研究院教授级高级工程师罗平博士对本书进行了认真审查，并提出了建设性的修改意见。绪论内容系根据我国开发地质学前辈裘亦楠教授的《石油开发地质方法论》简化编写而成。在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在欠缺，欢迎各位读者批评指正，以期再版时予以完善。

编者

2016年2月

目 录

前 言	
绪 论	(1)
第一章 钻井地质	(4)
第一节 单井地质设计	(4)
一、井别	(4)
二、单井地质设计	(7)
第二节 地质录井	(9)
一、钻时录井	(9)
二、岩心录井	(10)
三、岩屑录井	(23)
四、钻井液录井	(30)
五、气测录井	(39)
六、综合录井	(47)
第三节 完井及完井地质报告的编写	(54)
一、完井	(54)
二、完井地质报告的编写	(57)
第二章 油层对比及细分沉积相	(61)
第一节 钻井地质剖面的地层对比	(61)
一、地层对比的依据及方法简述	(61)
二、地层对比的步骤	(62)
三、地层层序的建立	(63)
第二节 碎屑岩油层对比	(65)
一、油层对比资料的选择	(65)
二、油层对比单元的划分	(67)
三、沉积旋回的分级与划分	(68)
四、油层对比方法	(69)
第三节 碎屑岩油层对比成果图的编制与应用	(73)
一、小层平面图	(73)

二、油层连通图·····	(75)
三、油砂体连通图·····	(76)
第四节 油层细分沉积相研究·····	(79)
一、以砂岩组为单元划分沉积大相·····	(79)
二、划分沉积时间单元·····	(81)
三、各沉积时间单元细分沉积微相·····	(85)
第五节 碎屑岩油层开发层系的划分与组合方法研究·····	(88)
一、合理划分与组合开发层系的基本原则·····	(88)
二、开发层系的划分与组合·····	(88)
第三章 油气田地下储层研究 ·····	(94)
第一节 储集层的类型·····	(94)
一、碎屑岩储集层·····	(94)
二、碳酸盐岩储集层·····	(95)
三、其他岩类储集层·····	(98)
第二节 储集层非均质性研究·····	(98)
一、储集层非均质性的分类·····	(98)
二、层内非均质性·····	(98)
三、平面非均质性·····	(100)
四、层间非均质性·····	(101)
五、微观孔隙非均质性·····	(103)
第三节 缝、洞性储层研究·····	(107)
一、裂缝研究·····	(107)
二、溶洞研究·····	(119)
第四章 油气藏构造特征研究 ·····	(121)
第一节 构造特征研究方法与内容·····	(121)
一、构造特征研究的方法·····	(121)
二、构造特征研究的主要内容·····	(122)
第二节 油气田地下断层研究·····	(122)
一、井下断层的识别·····	(122)
二、断点组合·····	(126)
三、断层形成时期和发育历史的研究·····	(127)
四、断层封闭性研究·····	(128)
第三节 油气田地质剖面图的编制与应用·····	(130)
一、油气田地质剖面图的编制·····	(130)

二、油气田地质剖面图的应用	(135)
第四节 油气田构造图的编制与应用	(135)
一、编制油气田构造图的准备工作	(135)
二、油气田地下构造图的编制方法	(136)
三、构造图的应用	(138)
第五节 古构造的研究方法	(140)
一、岩性和岩相分析法	(140)
二、沉积间断分析法	(140)
三、厚度分析法	(141)
第五章 地层压力和地层温度	(144)
第一节 原始地层压力	(144)
一、有关地层压力的基本概念	(144)
二、原始地层压力在油气藏中的分布	(145)
三、折算地层压力	(147)
四、原始地层压力的来源	(148)
五、利用原始地层压力预测气-水、油-水界面	(149)
第二节 异常地层压力	(151)
一、异常地层压力的概念	(151)
二、异常地层压力的形成机理	(152)
三、异常地层压力的预测方法	(157)
第三节 地层温度	(162)
一、有关地层温度的概念	(162)
二、地温场的研究	(163)
第六章 石油和天然气储量计算	(166)
第一节 工业油气流标准和油气储量分类	(166)
一、工业油气流标准	(166)
二、资源量和储量分类和分级	(167)
三、油气储量的综合评价	(172)
四、储量报告的编写要求	(176)
第二节 容积法计算储量	(177)
一、容积法计算石油地质储量	(177)
二、含油气面积	(179)
三、有效厚度	(185)
四、有效孔隙度的确定	(195)

五、原始含油(气)饱和度的确定	(196)
六、其他参数	(198)
七、储量参数的计算和选用	(199)
第三节 物质平衡法和压降法计算油气储量	(201)
一、物质平衡法计算油气储量	(201)
二、压降法计算天然气储量	(206)
第四节 SPE 关于资源量和储量的分类及分级	(211)
一、石油资源分类框架	(212)
二、储量状况	(218)
三、储量级别划分与确定实例	(218)
四、SPE、PRMS 标准和国标对石油资源/储量分类的区别	(219)
参考文献及参考资料	(221)

(144) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 二

(145) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 三

(146) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 四

(147) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 五

(148) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 六

(149) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 七

(150) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 八

(151) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 九

(152) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 十

(153) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 十一

(154) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 十二

(155) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 十三

(156) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 十四

(157) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 十五

(158) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 十六

(159) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 十七

(160) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 十八

(161) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 十九

(162) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 二十

(163) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 二十一

(164) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 二十二

(165) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 二十三

(166) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 二十四

(167) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 二十五

(168) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 二十六

(169) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 二十七

(170) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 二十八

(171) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 二十九

(172) 李俊川, 中国油气资源评价与勘探, 三十

绪 论

石油工业按习惯划分为上游和下游两大段，即上游的石油生产和下游的石油加工。上游又划分为勘探与开发两大部分，勘探工作是发现油气田，探明盆地内的主力油气田；开发工作是以尽可能高的采收率把已经发现的油气开采出来。无论是勘探还是开发，都必须以深入了解工作对象的石油地质面貌为基础，都要以石油地质学及相关基础地质学科的理论作为工作指导。由于勘探与开发的目的不同，需要研究的石油地质问题和地质工作方法也就有所不同。勘探地质学家需要研究和掌握的是油气生成进入油气藏的规律，而开发地质学家则是研究和掌握控制、影响石油开采的地质因素。因此，随着石油工业的发展，石油地质工作也就逐渐形成了石油勘探地质和石油开发地质两大分支。

(1) 油气田开发地质学的形成

20世纪30年代，早期的石油工业主要是开发一些高产的自喷油田，石油地质工作者的主要任务是寻找新油气田，油气田发现以后交由石油工程师管理开采，地质学家并不参与石油开采。20世纪40年代，污水回注带来油田开发的一次革命，注水开发（称二次采油）在20世纪50年代很快成为普遍应用的主导开发方式，这一历史性变革是油气田开发地质学产生并逐步成熟、独立的主要契机和动力。注水开发首先遇到的问题是储层的连续性和连通性，没有分单层的储层等时对比就不可能搞清每个储层的连续性和连通性；第二个问题是储层的非均质性，储层各种尺度的非均质性极大地影响到注水开发效果，这就要求把每口井每个储层的岩石物理属性求准，从而掌握它们的空间分布规律。注水开发必须深入研究的油藏地质问题，突破了“笼而统之、大平均”的传统地质工作方法，促进了油气田开发地质学的产生和发展，上述两个问题也是当今油气田开发地质学仍然要解决的两个基础问题。20世纪70年代，储层非均质性对注水开发采收率的影响暴露得更为明显，三次采油技术促使油气田开发地质工作向更深层次发展。20世纪80年代以来，加强老油田开发地质研究，深化认识储层非均质性，通过钻加密井（包括水平井、多底井、侧钻等）和其他改善采油的方法提高采收率，所能获得的经济效益远大于边远地区的勘探效益，这就要求油藏描述向更小尺度和定量化发展，以适应剩余油分布研究的需要。计算机技术的发展和非线性数学新理论的出现，为描述一些地质现象提供了新的武器，地质统计学的兴起就是最好的体现。三维地震使得用地震技术可以解决开发中的储层预测问题，为实现精细定量描述储层提供了可能。这些均促进了油气田开发地质学的发展与完善。

(2) 油气田开发地质学的核心任务

现代油田开发以实现正确的油藏管理为标志，即用好可利用的人力、技术、财力资源，以最小的投资和操作费用，通过优化开发方法，从油藏开发中获得最大的利润。为实现这一目标，从技术上来说，必须正确预测各种开发方法下的油田生产动态，其研究一般包括资料采集、油藏描述、驱替机理、油藏模拟、动态预测和开发战略等6项内容。开发

地质工作者的主要任务，就是在油藏管理的全过程中，搞好油藏地质特征描述这一环节。

进入油田开发阶段以后，油藏描述的任务是正确描述油藏的开发地质特征。所谓油藏开发地质特征，总体上可以定义为“油藏所具有的那些控制和影响油气开发过程，从而也影响所采取的开发措施的所有地质特征”（裘亦楠，1996b）。显然，不同开发阶段或者采取不同开发措施，所要研究的开发地质特征应有所不同，或内容增减，或侧重点不同，或描述尺度有别，等等。

根据大庆油田注水开发实践，油气藏的开发地质特征概括起来可分为九大方面：①储层构造形态、倾角，断层分布及其密封性，裂缝发育程度；②储集层的岩性、岩石结构、几何形态、连续性，储油能力和渗流能力的空间变化，即储层各项属性的非均质性；③隔层的岩性、厚度及空间变化；④储层内油、气、水的分布及相互关系；⑤油、气、水物理化学性质及其在油田内的变化；⑥油气藏的压力、温度场；⑦水体大小，天然驱动方式及能量；⑧石油储量；⑨与钻井、开采、集输工艺有关的其他地质问题。

油藏开发地质特征包括构造、储层和流体（油、气、水）等三大关键论题，储层为核心。因为开发阶段所要研究的构造是储层的构造，流体分布是储层内油、气、水的分布，而储层本身的非均质性更是油藏描述的重点。开发地质工作的主要任务是进行油藏描述，储层描述则是油藏描述的核心，油藏描述的任务就是揭示油藏的开发地质特征。随着油田开发的逐步深入和开发技术的不断提高，油藏开发地质特征的研究也总是需要从宏观向微观的层次深入。随着油田开发的深入，总会有一些目前还未认识到的影响油藏开发的新地质因素被不断揭露，需要油气田开发地质学家与油藏工程师及时发现和有预见地进行超前研究，油藏开发地质特征的具体内容总是在不断扩大和深化。

（3）油气田开发地质学的工作方法

油气田开发地质学的工作方法属于地下地质范畴。地下地质工作是与传统的以野外工作为主的地面地质工作相对而言的。油气藏深埋地下，通过钻孔开采，人们不可能进入油藏，用地面地质工作方法直接观察和描述油藏地质特征，只能通过各种直接和间接的信息来认识油藏。如果说勘探地质还需要进行一定的地面地质工作，那么开发地质工作则基本全部依赖地下地质工作方法。

采集油气藏地下地质资料的技术手段日新月异，就资料类别而言可以分为地质的、地球物理的和工程的三大类，从所采集资料性质上则又有直接的和间接的、静态的和动态的之分。地质录井是当前直接获取油气藏开发地质特征信息的主要手段，其中最重要的是岩心录井。油气藏进入开发阶段以后，钻取含油气层段岩心是必不可少的环节，一定要取全一个完整的、连续的含油气层段柱状剖面，既要包括储层，也要包括隔夹层及其他非储层，这是直接观察描述各种地质、沉积、含油气现象不可替代的资料。地球物理测井是当前获取开发井井孔所钻遇的储层资料信息最为普遍应用的手段，测井是用各种仪器测量岩层的电、声、放射性等物理参数，所测得的参数属于储层的间接资料，必须通过油田岩心取得的直接资料作为刻度或检验，通过解释模型反演得到单井剖面储层地质参数；以三维地震为基础的储层地震为储层描述提供了一项重要的间接资料；综合岩心、测井、地震技术，以岩心刻度测井，以测井约束地震，以地震高密度的采集弥补钻井资料控制点的不足，将成为油气田开发地质工作采集油气藏静态资料信息的一个核心系统；工程测试是直

接获取油气藏流体及各种动态资料的手段；描述储层流体性质及分布绝大部分则只能依赖工程测试资料。

油气田开发地质学的核心任务是油藏描述，最终成果是建立一个三维的、定量的油藏地质模型。完成这一工作要应用多种技术采集的资料，进行构造、储层非均质性及流体等多方面的研究。不论进行油藏整体研究或某一具体问题的研究，不论应用何种技术方法，油气田开发地质工作的特殊性决定了它必须遵循一个基本的工作程序，即“三步工作程序”（裘亦楠，1996b），具体包括：第一步，建立井孔柱状剖面（一维）；第二步，建立井间分层等时对比关系（二维）；第三步，建立油藏属性空间分布（三维）。地质建模术语就是建立井模型、层模型和参数模型。

油气田开发地质工作程序主要分为三步：

第一步，建立井孔一维柱状剖面，把通过各种技术手段所取得的各种资料信息转换成内容全面、精度高的各种开发地质属性。以下3项工作9项参数是每个井孔一维柱状剖面必须具备的最低限度的参数：划分储层、有效层和隔层；判别油层、气层和水层；给出渗透率、孔隙度和流体饱和度值。

第二步，建立井间分层等时对比关系，两个要求如下：①等时对比，即通过对比把各个井中同时沉积的地层单元逐级地分别连接起来，形成若干个二维展布的时间地层单元，这是一个由点到面的过程，也是由井孔一维柱状剖面向建立三维油藏地质体过渡的关键一步；②精细对比，即对比单元的精细程度直接决定了储层描述的精细程度。油气田开发地质工作的井间等时对比的“分层”单元至少要细到每个单砂层，才可能建立以砂体为单元的储层空间分布格架。

第三步，在储层分布格架内进行各种属性空间分布的描述，这一步的技术关键是如何对井点间无资料控制的油藏部分做出合乎实际的估计和预测，即如何利用井点的已知参数进行井间参数的内插、外推。开发地震和地质统计学、随机建模技术就是针对这一目标发展起来的。这一目标的实现仍需较长时间的不懈努力和技术的进步。

（4）油气田开发地质学研究的综合性

油气田开发地质特征研究是一项高度综合的研究工作。一方面是油气田开发地质资料的采集必须依赖多种技术手段的综合应用；更重要的是另一方面，一个油气藏的各项开发地质特征，必须综合起来加以统一研究，才能认识清楚。

在油气田开发地质工作所用的油藏资料中，所涉及的油藏体积在整个实际油藏体积中只占极其微小的一部分。在现有技术条件下，油气田开发地质工作者在对很少一部分体积的油藏进行描述以后，必须从这些现象中对油藏地质从成因、规律性上做出综合性的合理解释，然后才能对未知部分做出合乎实际的预测。因此需要依赖石油地质学、沉积学、岩石矿物学、构造地质学等基础地质理论，以及积累大量的油藏、储层实例。提倡油气田开发地质工作者重返野外露头，进行精细的储层露头研究和测量，正是为了从对露头的描述中积累各种沉积类型储层的原型模型，以指导对地下储层进行推理和预测的地下地质工作。

第一章 钻井地质

钻井地质工作是在钻进过程中，取全、取准可以直接和间接反映地下地质情况的资料数据，以此为油气评价提供重要依据。各项地质录井工作质量的好坏，将直接关系到能否迅速查明地下地层、构造及含油气情况，并影响油气田的勘探速度和开发效果。因此，钻井地质工作是整个油气田勘探开发过程中的一项重要工作。

第一节 单井地质设计

为了迅速发现或开发油气藏，及时扩大勘探开发成果，在已掌握区域地质、地球物理勘探或油气藏基本地质资料的基础上，需要编制一个钻探或开发总体设计。在总体设计中规定勘探或开发的总任务，进行全区勘探或开发的程序与方法、井别、井位部署等。

单井地质设计根据勘探开发总体设计的要求进行编制，是完成总体设计任务的一个部分，也是顺利完成钻探或开发任务必不可少的一个环节。

一、井别

1. 井别划分

(1) 探井的分类

探井分类既要与我国目前的油气勘探阶段、勘探程序相结合，还要与油气勘探的钻探目的的紧密结合。我国探井分类主要有：

地质井 指在盆地普查阶段，由于地层、构造复杂，用地球物理勘探方法不能发现和查明地层、构造时，为了确定构造位置、形态和查明地层层序及接触关系而钻的探井。

参数井（地层探井、区域探井） 指在油气区域勘探阶段，在已完成地质普查或物探普查的盆地或坳陷内，为了解一级构造单元的区域地层层序、厚度、岩性、生油、储油和盖层条件、生储盖组合关系，并为物探解释提供参数而钻的探井，属于盆地（坳陷）进行区域早期评价的探井。

预探井 指在油气勘探的圈闭预探阶段，在地震详查的基础上，以局部圈闭、新层系或构造带为对象，以发现油气藏、计算控制储量和预测储量为目的钻的探井。它属于新油气藏（田）的发现井。按其钻井目的又可将预探井分为：①新油气田预探井。它是在新的圈闭上找新的油气田钻的探井。②新油气藏预探井。它是在油气藏已探明的边界外钻的探井；或在已探明的浅层油气藏之下寻找较深油气藏而钻的探井。

评价井 指在地震精查的基础上（复杂区应在三维地震评价的基础上），在已获得工业性油气流的圈闭上，为查明油气藏类型、构造形态、油气层厚度及物性变化，评价油气

田的规模、产能及经济价值，以建立探明储量为目的而钻的探井。滚动勘探开发中与新增储量密切相关的井，亦可列为评价井。

水文井 指为了解水文地质问题和寻找水源而钻的探井。

(2) 开发类井的分类

开发井 指在地震精查构造图可靠，评价井所取得的地质资料比较齐全，探明储量的计算误差在规定范围以内时，根据编制的该油气田开发方案，为完成产能建设任务按开发井网所钻的井。

对探明储量风险较大，或地质构造复杂、储集层岩性变化大的油气藏，可减小开发方案内所拟定的开发井密度，先钻一套基础井网作为开发准备井，为落实探明储量、准备产能建设、获得试采资料、进行油藏工程研究做好开发准备，并逐步将油气田转入正式开发。

调整井 指油气田全面投入开发若干年后，根据开发动态及油气藏数值模拟资料，为提高储量动用程度、采收率，需要分期钻一批调整井，根据油气田调整开发方案加以实施。

2. 井号编排

目前通常使用的命名方案是以井的类别为划分依据。

(1) 参数井（基准井）

参数井以基本构造单元——盆地统一命名。取井位所在盆地名称的第一个汉字加“参”字组成前缀，后面再加盆地内参数井序号进行命名。如：江汉盆地第一口参数井命名为“江参1井”。

(2) 预探井

预探井以井位所在的十万分之一幅地形图为基础单元命名，或以二级构造带名称命名。取地形图分幅名称的第一个汉字加分幅地形图单元内预探井布井顺序号进行命名。若地形图分幅名称的第一个汉字与该盆地其他地形图分幅名称的第一个汉字或区域探井号字头同音或同字，应选用地形图分幅名称中不同音、不同字的字作为井号字头。若设计预探井井位所在的地形图分幅名称与其他幅或区域探井所在的二级构造单元名称均同音或同字，则可选用地形图分幅内次一级地名中的第一个或其他汉字作为井号的字头。

以二级构造带名称命名时，采用二级构造带名称中的某一汉字加该构造带上预探井布井顺序号进行命名。

预探井井号应采用1~2位阿拉伯数字。

(3) 评价井

评价井以发现工业性油气流之后的控制储量所命名的油气田（藏）名称为基础，取井位所在油气田（藏）名称的第一个汉字进行命名。没有控制储量的，以预测储量所命名的油气田（藏）名称为准进行井号命名。若油气田（藏）名称的第一个汉字与该盆地内其他井别井号命名的字头或其他油气田（藏）名称中的字同音或同字时，应由第一个以外的汉字加油气田（藏）内评价井布井顺序号组成。

评价井井号应采用3位阿拉伯数字。

(4) 地质井

地质井以一级构造单元统一命名。取井位所在一级构造单元名称的第一个汉字加大写

汉语拼音字母“D”组成前缀，后面再加一级构造单元内地质井布井顺序号（阿拉伯数字）进行命名。

(5) 定向井

定向井的井号命名应在上述规定基础上，在井号的后面加小写的“x”，再加阿拉伯数字进行命名。如：柳 1x2 井表示在定向井柳 1 井井口处钻探的第二口定向井。

(6) 开发井

开发井按井排编号，即按油气田（藏）名称的第一个汉字-井排-井号进行命名。

3. 井位部署

(1) 基准井布井原则和依据

一个含油气盆地或坳陷，已进行一定程度的地质、物探的普查工作，为了进一步确定盆地或坳陷的含油气性（主要了解盆地基岩以上全部或部分沉积岩剖面和剖面内哪些层段具有生油条件和储集条件），在对勘探地区已有的地质、地球物理等资料进行系统研究的基础上，在盆地或坳陷内的不同二级构造单元，设计若干口基准井或参数井。

(2) 预探井布井方法

预探井是为了突破出油关，在基准井已探明具有含油气远景的盆地二级构造带上部署的钻井，其目的就是证实工业性油气流的存在与否。

(3) 评价井布井方法

评价井也叫详探井，其目的是为了查明预探井所确定的含油气构造中的含油气规模，以探测油气藏的边界为主要任务。因此，其井位确定的基本原则是以出油的预探井为中心，向四周部署。

(4) 开发井布井方法

开发井为了获得早期的生产数据，及早认识油气藏的驱动类型、储层特征、油井产油率和油气集输过程中可能出现的问题而部署的钻井，以便在油气田全面投入开发以前，编制出高经济效益的开发方案，在试采过程中摸索出一套适应油气田地质特点的钻采工艺技术。

(5) 断块油气田滚动勘探开发布井方法

断块油气田具有多层系含油、多种圈闭类型叠合连片、富集程度不均匀的特点。由于这种复杂的油气聚集带不可能在勘探阶段一次就完成认识过程，必须反复实践、反复认识。首先要对不同类型的复杂油气田具有整体的认识，不失时机地先开发高产层系或高产含油圈闭。在进入开发阶段以后，还要对整个油气聚集带不断扩边、连片、加深勘探，逐步将新的含油层系和新的含油圈闭分期投入开发。

勘探复杂油气田，预探井的成功率可能比较高，发现井经常能获得高产油气流。但在继续勘探过程中往往会出现一些复杂情况，接着又会有新的突破。只要坚持勘探、精心研究，就能搞清整个油气聚集带的含油气面积和油气藏类型。针对这种油气藏特点，可采取勘探、开发和生产工作滚动式前进的方法，以整个油气聚集带为对象，布置勘探工作，勘探、开发各阶段穿插进行。同时，根据圈闭大小、油气富集程度，将复杂油气田的各部位分期、分批投入开发，这就是复杂油气田勘探开发一体化的方法。

要尽可能利用地震详查、精查和三维地震资料认识地下构造和油层分布情况，这样，

在发现井出油后，可以准确地定准每一口评价井和初次开发井的井位。地震评价工作要贯穿在滚动式勘探开发的全过程。地震信息的野外采集和处理都必须高质量完成；资料的处理、解释要反复进行，做出分层的构造图；对含油层的储集条件、分布范围、厚度和岩性变化等尽可能做出精细分析；对倾斜断块-潜山构造要能掌握其地层产状和岩性分布。

预探井和评价井获得较高产量后，都要进行试采，并转为生产井。对断块油气田沿着断层封闭面钻定向斜井，每口井可以钻遇多套油层，比垂直井具有更大的灵活性。

在发现井出油以后，立即组织物探、开发地质、岩石物性和油藏工程各方面的专家组成研究小组，开展油藏早期评价工作，制定多种可行性方案，及时调整部署，使研究工作持续贯穿于滚动勘探开发的全过程。

二、单井地质设计

1. 设计依据

由于井别不同，钻井目的和任务不同，其地质设计的内容及要求也不完全一致，但设计时所考虑的因素、设计的步骤及方法大体相似。进行设计前需要收集以下资料：

(1) 区域地质概况

首先，收集地层综合柱状图及有关的地层研究报告。对于新探区还应到盆地边缘露头区踏勘，了解区域地层层序、接触关系、岩性组合特征、岩性标准层、地层厚度及生储盖组合条件。

其次，收集构造图、构造剖面图，了解本井所处的构造部位、断层情况（断层性质、断距大小、断层延伸情况）。收集通过本井的地震剖面图，了解地震标准层的特征、地层产状等。如果在一个新探区，因上述资料缺乏或不足时，还应收集磁力异常平面图和剖面图，以及通过地面实测的构造图和剖面图。

另外，还要收集本区油、气、水层资料，了解油、气、水性质，纵向上的组合关系，横向上的分布规律，以及油、气、水层压力。

(2) 邻井资料

1) 收集邻井地层剖面图、地层对比图以及钻时、钻井液、气测、测井等资料。熟悉地层岩性特征，分析岩电关系，研究地层分段标志与标准层特征，掌握分层界线，以供设计参考。

2) 收集邻井油、气显示和试油资料，预测本井油气显示井段。

3) 收集邻井地层岩石的可钻性以及钻井液性能的影响；收集邻井井斜资料，分析井斜规律，预计本井易斜井段和井斜方位。

4) 在开发区钻井，要收集邻井采油、注水层位和地层压力等资料，了解油层连通情况及注水后的影响。

5) 收集有关的地质、工程数据，进行分析研究，预测本井可能出现的各种情况。

2. 设计内容

设计内容一般包括以下 11 项：

(1) 基本数据

基本数据包括井号、井别、井位、设计井深、目的层、完钻层位及完钻原则。其中，

井位包括井位坐标、经纬度、地面海拔（对于海上钻井要填写水深）、构造位置、地理位置和测线位置；设计井深是指本井预计钻达某组段地层的深度。

(2) 区域地质简介

区域地质简介是指地层构造概况及邻井成果。

(3) 设计依据及钻探目的

设计依据包括单井钻探任务书、部署设计井时用的构造图、邻井资料。钻探目的根据单井钻探任务书填写。

(4) 设计地层剖面及预计油、气、水层位置

该项内容包括层位、底界深度、厚度、分段岩性简述（参数井）、地层产状和故障提示。

(5) 地层压力预测和钻井液性能使用要求

该项内容包括邻井实测压力成果，压力预测曲线，钻井液类型、性能及使用要求。

(6) 录取资料要求

岩屑录井：包括取样井段、间距、数量。

钻时、气测、综合录井仪录井：包括测量内容、井段、测点间距及特殊要求（仪器型号、测量后效、钻井液取样做真空蒸馏分析等）。

循环观察（地质循环）：钻遇油气显示和其他重要地质现象时，应设计停钻循环观察，以便准确判断油气层及其位置。

钻井液录井及氯离子滴定：包括测量井段、测点间距及要求；参数井、重点预探井进行氯离子滴定；其他各井别根据情况而定。

荧光录井：包括荧光检查、定级、录井井段及间距要求。

岩屑热解色谱分析：包括录井井段及间距要求等。

钻井取心及井壁取心：设计钻井取心井段、进尺、取心目的、原则等。在设计取心进尺时，应留有部分机动取心进尺，或说明可能随时取心的目的及要求。井壁取心主要根据钻井过程中录取资料情况，待完钻测井后确定。

地球物理测井：包括表层、中途对比、完井测井及中途完井测井的测量井段、比例尺、项目及及要求，特殊测井项目及增加测井项目。

实物剖面或岩样汇集（参数井、重点预探井）：包括制作井段及要求。取心井段的岩性剖面可选岩心，全井岩性剖面可选岩屑及井壁取心。

选送样品要求：包括岩心、岩屑选样原则，分析化验项目要求，特殊样品的选送要求。参数井、重点预探井和轻质油、天然气井，要设计酸解烃、罐装气样品的选送。气测异常显示段，要做全脱气分析。

特殊录井要求：包括项目、井段、间距等。

(7) 中途测试要求

中途测试要求包括测试原则、目的，预测层位及井段，测试方法及主要要求（钻杆测试、电缆测试）。

(8) 井身质量要求

井身质量要求包括井斜、水平位移允许范围，井身轨迹要求。油层套管尺寸、下深、