



高等院校石油天然气类规划教材

油矿地质学

(第三版)

吴元燕 吴胜和 蔡正旗 主编

石油工业出版社

高等院校石油天然气类规划教材

油矿地质学

(第三版)

吴元燕 吴胜和 蔡正旗 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了油气田勘探、开发中的资料采集以及油藏评价和开发地质研究的基本理论与方法,包括地质录井、地层测试、油气层测井识别、地震资料及其地质应用、地层对比、沉积微相研究、油气田地下构造研究、油气储层研究、油气藏流体分布、储量计算及油气藏综合地质研究等。

本书主要作为高等院校油气地质专业教材,也可供从事油气田勘探和开发的地质工作者、油藏工程技术人员以及其它相关学科的科学研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

油矿地质学/吴元燕,吴胜和,蔡正旗主编. —3版
北京:石油工业出版社,2005.9

高等院校石油天然气类规划教材

ISBN 7-5021-5172-9

I. 油…

II. ①吴…②吴…③蔡…

III. 石油天然气地质-高等学校-教材

IV. P618.130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第091036号

油矿地质学(第三版)

吴元燕 吴胜和 蔡正旗 主编

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址: www.petropub.cn

总 机:(010) 64262233 发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2005年9月第3版 2005年9月第7次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:23.25

字数:592千字 印数:8001—11000册

定价:30.00元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

第三版前言

油矿地质学是石油高等院校地质专业学生必修的一门专业课，为一门综合性的应用学科，重点研究从油气田发现至油气田废弃的各个阶段所涉及的地质问题。

现代石油工业若从 1859 年算起，已有 140 多年的历史。20 世纪 30 年代以前，油田开发尚处于利用油田天然能量开采的阶段，油田主要将重点放在抢占租地、抢先钻采油井方面，油田开发属“掠夺式开采”。40 年代，由于污水回注，带来油田开发的一次历史性革命，注水开发（二次采油）在 50 年代成为普遍工业性应用的主导方式。开采方式的转变使得人们开始重视地下油气田地质的研究。这一历史性的变革导致了油矿地质学的产生并逐步形成一个独立的学科。该学科的出现可以前苏联 М. Ф. 密尔钦克于 1946 年出版的《油矿地质学》（Нфтепромысловая Геогия）和美国 L. W. LeRoy 于 1949 年出版的《地下地质学》（Subsurface Geology）为标志。前者着重于油气田地质研究，并将其应用于油田早期开发，而后者更多地侧重于资料的录取和建立钻井地质剖面的方法。实际上，油矿地质学是以油田开发阶段的地质研究为重点的，因此也被称为开发地质学。1975 年前苏联 М. И. 马克西莫夫编写了《油田开发地质基础》，美国塔尔萨大学的 P. A. 迪基于 1979 年正式出版了《石油开发地质学》，标志着油矿地质学趋于成熟。80 年代，出于提高油田采收率的需要，在老油田进一步加强开发地质研究，深化认识油藏非均质性及地下剩余油的分布，并通过钻加密井（包括水平井、多底井、侧钻井等）和其它改善采油的方法以提高开发效果，使得油矿地质学向更深层次发展。同时，由于计算机技术和三维地震的发展以及地质统计学的兴起，为实现精细定量描述油藏提供可能。这样，油矿地质学由单一的地质学科走向了地球物理、油藏工程、采油工程等多学科协同发展的道路。

1953 年北京石油学院（中国石油大学前身）成立后，前苏联专家 И. И. 札巴林斯基首次将油矿地质学引入到我国石油地质专业的研究生教学中，同时将其列入石油与天然气地质勘探专业本科生的教学计划，并作为必修课程。此后，其它高校相应专业也开设了油矿地质学这门课，但均没有正式出版的教材。根据 1977 年石油工业部召开的石油高等院校教材会议的精神，由西南石油学院、华东石油学院、大庆石油学院、江汉石油学院等校教师于 1979 年编写出石油高校通用的《油矿地质学》试用教材（油印本）。1987 年，由陈碧珏主编的《油矿地质学》正式出版。与此同时，地质矿产部颁发的教学大纲将《油矿地质学》更名为《油气田地下地质学》，该教材由陈立官主编，于 1983 年正式出版。1996 年，根据石油科学技术的发展情况，吴元燕、陈碧珏主编出版了《油矿地质学》（第二版），对教材内容进行了调整和更新。

《油矿地质学》（第二版）作为本科生教材已使用 8 年，这期间国内外油气勘探、开发理论与方法技术有了很大的发展。为了适应这种形势，我们再次对此书进行了全面的修订。主要修订工作表现在以下两大方面：

第一，优化教材体系。将油矿地质学的内容定位为两大部分，其一为油气田勘探、开发中的资料录取与解释，包括钻井地质（第一章）、地层测试（第二章）、油藏地球物理（第三章）；其二为对已发现油气藏从油藏评价到油藏枯竭各个阶段的综合地质研究。从油气藏结

构而论,油气藏由三大要素组成,即构造、储层和流体。因此,油气藏研究的核心是油气藏的地层—构造格架、储层非均质分布及其渗流特征、流体非均质分布及其特征,研究内容包括地层对比与沉积微相(第四章),油气田地下构造(第五章),油气储层(第六章),油气藏流体分布(第七章),地层压力和地层温度(第八章),油、气储量计算(第九章),油气藏综合地质研究(第十章)。这一研究的理论基础为沉积岩石学、构造地质学和石油地质学等,这亦是学习油矿地质学所要求的先修课程。

第二,更新教材内容。根据国内外油气藏地质的新理论、新方法和新技术,同时吸取了我们和相关院校在《油矿地质学》教学中的经验,对教材内容进行了更新。

第一章钻井地质,按中国石油天然气集团公司地质监督与录井手册(2001)和中国海洋石油有限公司勘探监督手册(2002)的要求进行修订,更新了定向井地质设计,补充了定量荧光录井和随钻录井,对完井方法进行修改和完善。

第二章地层测试,增加了电缆地层测试、多井测试等内容。

第三章油藏地球物理,对原“油、气、水层综合判断”进行了更新,改为“油气层测井识别与评价”,并增加了“油藏地震识别与评价”。

第四章地层对比与沉积微相,增加了地层对比的基本方法,优化了油层对比和沉积微相的内容。

第五章油气田地下构造,优化了断层研究及油气田地质图件编制的内容。

第六章油气储层,优化了储层非均质性、储层裂缝、储层综合评价的内容,新增了储层敏感性、储层流动单元、储层地质建模等内容。

第七章油气藏流体分布,为新增加的一章,主要介绍油气藏内的原始流体分布以及开发过程中剩余油形成机理与分布特点。

第九章油、气储量计算,按石油天然气资源/储量分类(GB/T 1942—2004)进行修订,同时,增加了基于油藏地质模型(包括确定性模型和随机地质模型)进行储量计算的内容。

第十章油气藏综合地质研究,为新增加的一章,系统介绍了油藏评价至开发后期各阶段的任务以及油气藏综合地质研究的资料基础、主要内容及主要成果。

本书修订由中国石油大学(北京)吴元燕、吴胜和、毛志强、陈小宏及西南石油学院蔡正旗完成。吴元燕、朱杰编写第一章、第二章第一节、第八章、第九章第一节;蔡正旗编写第二章第二、三节、第四、五章;毛志强编写第三章第一节;陈小宏编写第三章第二节;吴胜和编写第六、七章及第九章第二~四节、第十章。

本书由中国石油勘探开发研究院原总地质师裘怿楠教授主审,他对本书的体系及内容提出许多宝贵意见,并对修订内容进行了全面指导。在修订过程中,中国海洋石油有限公司茹克总地质师、西北大学曲志浩教授、石油大学信荃麟教授、长庆石油勘探局闵琪总地质师给予了多方面的帮助和指导。中国石油大学(北京)应玉为、郭永强也做了许多具体工作,在此一并表示感谢。

同时也感谢使用过本书第二版的教师、学生和广大读者提出的宝贵意见,并热诚欢迎继续对本书第三版提出批评建议,以便将来进一步修订。

编者

2005年3月

第二版前言

本书第一版已使用8年,这期间油气田勘探、开发方法和技术有了很大的发展,为了适应这种形势,我们对此书进行了全面的修订,在修订中,补充了8年来国内外油田地质研究的新理论、新技术和新成果;参考了国内外出版的有关专著和文献资料;同时吸取我们和兄弟石油院校在《油矿地质学》教学中的体会和经验,以及广大读者对本书第一版提出的改进意见。

这次修订对内容和章节做了较大的变更。第一章按油气勘探标准化要求进行修订,在第一节中增加了水平井设计,第三节中补充了综合录井仪测量仪器及录井项目。第二章第一节中增加了现代试井,原第二节内容删去,改为常规的油气井测试。第三章删除仅具局部地区特点的油、气、水层解释方法,增加了作为地质人员在实际工作中应掌握的快速直观判别油、气、水层的解释方法和求取地层含油饱和度的常规方法。第四章删除开发层系划分与组合方法研究,补充了用测井资料划分沉积相的内容。随着储层研究在油气田勘探、开发中地位增强,将原第五章内容删除,改为新增加的一章,较系统地介绍了储层特征研究,包括储层非均质性、裂缝性储层、影响储层特征的地质因素、储层地质模型和储层综合评价。原第七章合并到第六章中,内容进行适当删减和补充。原第八章、第九章、第十章、第十一章合并为第七章地层压力与地层温度,补充了地温场的研究。原第十二章、第十三章、第十四章合并为第八章油气储量计算,按1987年全国矿产储量委员会正式批准实施的《石油储量规范》和《天然气储量规范》重新修订。通过这次修订不仅使教材内容更新,教材体系也逐步完善。为了配合课堂教学,还结合油田实际资料编写作业指导书,使学生通过做作业,提高动手能力和综合分析能力。

本书这次修订工作由石油大学(北京)吴元燕、彭仕宓,西南石油学院陈碧珏、蔡正旗完成。全书由吴元燕和陈碧珏主编。吴元燕编写第一章、第二章第一节、第七、八章;彭仕宓编写第二章第二节、第三、五章;蔡正旗编写第四、六章。

本书由中国科学院院士李德生主审,提出了许多宝贵意见,并对修订内容进行全面指导。在修订过程中石油大学陈钦雷教授、黄述旺副教授、云川教授、戴启德副教授,中国石油天然气总公司康竹林高级工程师给予了多方面帮助和指导。石油大学程相志、赵建臣同志也做了许多具体工作,在此一并表示感谢。

同时也感谢石油院校的师生和广大读者在使用本书第一版时提出的宝贵意见,并热诚欢迎继续对本书第二版提出批评建议,以便将来进一步修订。

编 者

1995年9月

第一版前言

油矿地质学是石油高等院校地质专业学生必修的一门专业技术课。它涉及的范围较广,包括从地质资料的录取到综合利用地质、地球物理、实验室分析,以及测试的资料来解决地下油气田地质结构,储油气层特性,油气田内油、气、水的分布,油气层埋藏的物理条件,油气藏的能量,油气藏储量计算等问题。因此可以说,油矿地质学是一门综合性的实用学科。

根据 1977 年石油工业部召开的高等石油院校教材会议的精神,1978 年 5 月,由西南、华东、大庆、江汉四所石油院校的五名教师组成了《油矿地质学》通用教材编写小组,前往四川、江汉、胜利、大庆等厂矿和科研单位进行调研并收集资料。在解剖原教材,对比分析国内外教材的基础上,按教学大纲要求,于 1979 年编写出石油院校通用的《油矿地质》试用教材。经历届教学实践,为我们编写本教材积累了经验。随着科学技术的不断发展,教材内容也需要不断更新。1983 年 10 月,我们着手本教材的编写工作。

在编写本教材的准备过程中,我们注意广泛收集国内外油矿地质研究的新领域、新方法和新技术等方面的资料,并力求使教材内容能反映国内外油矿地质研究的新水平。

本书由西南石油学院陈碧珏同志主编。江汉石油学院吴元燕编写第一、二、三章;华东石油学院赖先楷编写第四、五章;西南石油学院周南翔编写第六章和第七章的一、二节;陈碧珏编写第八章到第十四章,以及第七章的三、四、五节。

石油工业部北京石油勘探开发科学研究院总地质师李德生同志对本书作了全面的、细致的、认真负责的审定,提出了许多宝贵的修改意见,而且还热情地给编者予以指导和帮助。

在编书的过程中,西南石油学院的韩跃文副教授,石油工业部教材编译室的云川副教授,华东石油学院的陆克政副教授,江汉石油学院的夏位荣工程师也对本书作了指导。

各石油院校的领导对本书的编写给予了极大的重视和支持。石油工业部北京石油勘探开发科学研究院,大庆、胜利、华北、四川、江汉等油田为我们教材编写提供了大量宝贵的资料,因属内部报告,未能列入参考文献中,石油工业部教材编译室对我们的教材编写工作也给予了大力支持。对以上各方面的热情支持和帮助,我们表示衷心的感谢。

由于我们水平有限,书中定有不少错误和缺点,敬请使用此教材的广大师生和阅读此书的广大读者批评指正。

编 者

1986 年 8 月

目 录

第一章 钻井地质	(1)
第一节 钻井地质设计	(1)
一、井别	(1)
二、直井地质设计	(4)
三、定向井地质设计	(7)
第二节 地质录井	(13)
一、钻时录井	(13)
二、岩心录井	(15)
三、荧光录井	(23)
四、岩屑录井	(26)
五、钻井液录井	(31)
六、气测录井	(36)
七、综合录井	(40)
八、地化录井	(45)
九、其它录井方法	(50)
第三节 完井及其资料整理	(54)
一、完井	(54)
二、完井资料整理	(59)
思考题	(62)
第二章 地层测试	(63)
第一节 钻柱测试	(63)
一、测试工具及原理	(64)
二、钻柱测试的主要成果	(66)
三、钻柱测试压力卡片的解释和应用	(67)
第二节 电缆地层测试	(74)
一、测试器工作原理	(75)
二、测试资料解释	(75)
三、地层测试资料的应用	(81)
第三节 油、气井测试	(85)
一、油井测试	(85)
二、气井测试	(94)
三、多井测试	(98)
思考题	(101)
第三章 油藏地球物理	(102)
第一节 油气层测井识别与评价	(102)

一、理论基础·····	(102)
二、方法与技术·····	(105)
第二节 油藏地震识别与评价·····	(114)
一、地震勘探开发技术·····	(114)
二、地震构造解释·····	(117)
三、地震储层预测·····	(122)
四、地震流体识别·····	(124)
思考题·····	(126)
第四章 地层对比与沉积微相·····	(127)
第一节 地层对比方法概述·····	(127)
一、生物地层学方法·····	(127)
二、岩石地层学方法·····	(128)
三、层序地层学方法·····	(131)
四、地层记录的地球物理响应·····	(133)
第二节 油层对比·····	(134)
一、油层对比的单元·····	(134)
二、油层对比的一般方法·····	(135)
三、河流沉积的油层对比·····	(139)
四、碳酸盐岩储集单元对比·····	(140)
第三节 沉积微相研究·····	(142)
一、岩心相分析·····	(142)
二、测井相分析·····	(146)
三、地震相分析·····	(150)
四、沉积微相综合研究·····	(151)
思考题·····	(152)
第五章 油气田地下构造·····	(154)
第一节 断层研究·····	(154)
一、井下断层的识别·····	(154)
二、断点组合·····	(157)
三、断面构造图的编制与应用·····	(159)
四、断层形成时期和发育历史的研究·····	(159)
五、断层封闭性的研究·····	(161)
第二节 油气田地质剖面图的编制·····	(164)
一、资料的准备和比例尺的选择·····	(164)
二、剖面位置的选择·····	(164)
三、井位与井斜投影·····	(165)
四、油气田地质剖面图的基本绘制方法·····	(168)
第三节 油气田构造图的编制·····	(169)
一、编制油气田地下构造图的准备工作·····	(169)
二、绘制构造图的基本方法·····	(170)

思考题	(174)
第六章 油气储层	(175)
第一节 储层类型	(175)
一、按岩石类型的储层分类	(175)
二、按储集空间的储层分类	(175)
三、按岩石物性的储层分类	(176)
第二节 储层非均质性	(177)
一、储层非均质性的概念及分类	(177)
二、储层层间非均质性	(179)
三、储层平面非均质性	(182)
四、储层层内非均质性	(184)
五、储层微观非均质性	(189)
六、储层流动单元	(205)
第三节 储层裂缝	(207)
一、裂缝的成因类型及分布规律	(207)
二、裂缝的基本参数及其孔渗性	(212)
三、裂缝的探测和预测方法	(217)
第四节 储层地质模型	(225)
一、概念与意义	(225)
二、储层地质模型的分类	(226)
三、储层建模基本步骤	(229)
第五节 储层综合分类评价	(232)
一、评价参数的选择	(232)
二、综合评价方法	(232)
思考题	(236)
第七章 油气藏流体分布	(237)
第一节 油气藏流体性质	(237)
一、石油	(237)
二、天然气	(238)
三、油田水	(239)
第二节 油气藏流体系统	(240)
一、油气藏内的流体分布	(240)
二、油(气)水系统	(243)
第三节 油田开发过程中剩余油的形成与分布	(245)
一、剩余油形成和分布的控制因素	(245)
二、剩余油分布的基本特点	(246)
思考题	(256)
第八章 地层压力和地层温度	(257)
第一节 地层压力	(257)
一、有关地层压力的概念	(257)

二、异常地层压力研究	(258)
三、油层压力研究	(268)
第二节 地层温度	(276)
一、有关地层温度的概念	(277)
二、地温场的研究	(278)
第三节 油气藏驱动类型	(283)
一、油气藏驱动能量	(283)
二、油气藏驱动类型的影响因素	(285)
思考题	(286)
第九章 油、气储量计算	(287)
第一节 油、气储量	(287)
一、油、气储量的相关术语	(287)
二、工业油、气流标准	(288)
三、油、气储量及资源量分级和分类	(289)
四、油、气储量的综合评价	(294)
第二节 油、气储量计算的容积法	(296)
一、储量计算单元与计算公式	(296)
二、容积法公式中各参数的确定	(299)
三、储量参数平均方法	(315)
四、基于油藏地质模型的储量计算	(318)
五、可采储量计算	(321)
第三节 油、气储量计算的物质平衡法	(325)
一、物质平衡方程式的建立	(326)
二、物质平衡方程式中各参数的确定	(331)
三、物质平衡法的应用条件	(333)
四、压降法计算天然气储量	(333)
第四节 油、气储量计算的其它方法	(336)
一、应用生产资料确定石油可采储量	(336)
二、油、气储量计算的类比法	(340)
三、油、气储量计算的概率法	(341)
思考题	(345)
第十章 油气藏综合地质研究	(347)
第一节 油气藏开发阶段及任务	(347)
一、油藏评价阶段	(347)
二、开发方案设计阶段	(347)
三、开发方案实施阶段	(348)
四、油藏管理调整阶段	(348)
第二节 油气藏综合地质研究的资料基础	(348)
一、地质资料	(348)
二、地震资料	(349)

三、测井资料·····	(349)
四、动态资料·····	(349)
第三节 油气藏综合地质研究的基本内容·····	(350)
一、油藏评价阶段·····	(350)
二、开发早期阶段·····	(352)
三、开发中、后期阶段·····	(353)
思考题·····	(354)
参考文献·····	(355)

第一章 钻井地质

油气是一种化石燃料矿产,是在漫长的地质历史时期内由有机质堆积、埋藏、演化而形成。石油和天然气是流动的物质,现在我们发现的油气田并不一定就是这些矿床生成的位置。因此,对石油地质工作者来说:一方面要求采用地质、地球物理和地球化学勘探的先进技术来摸索和探寻地下油气藏的可能位置和埋藏深度;另一方面必须应用钻井的工艺技术,通过钻井取得直接及间接的资料来发现油气藏。在经过评价性钻探之后,了解油气藏的地质构造、油气藏类型、油气层的物理性质、地下流体(油、气、水)的性质及分布、油层驱动能量及石油和天然气储量,并根据这些资料制定出合理的油气田开发方案,保证油气田在完成开发井网钻探后,获得较高的采收率。要找到油气必须钻井;要开采油气更需要钻井。钻井地质工作贯穿于油气勘探、开发的全过程。

钻井地质工作是在钻井过程中,取全取准直接和间接反映地下地质情况的资料数据(表1-1)^①,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,影响油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、开发过程中一项非常重要的工作。

第一节 钻井地质设计

在钻探之前,需要编制一个钻探的总体设计。在总体设计中规定了勘探或开发总任务,包括全区勘探或开发的程序与方法、井别、井位部署等。

钻井地质设计是根据钻探总体设计的要求编制的。它是完成总体设计任务的一个部分,也是顺利完成钻探任务必不可少的一环。

一、井别

根据勘探或开发阶段钻探目的差异,对井别划分和井号编排做出以下规定。

(一) 井别划分

1. 探井分类

1) 地质井

在盆地普查阶段,由于地层、构造复杂,用地球物理勘探方法(以下简称“物探”)不能发现和查明地层、构造,为了确定构造位置、形态和查明地层层序及接触关系而钻探的井。

2) 参数井(区域探井)

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。它属于盆地(坳陷)进行区域早期评价的探井。

3) 预探井

① 据中国海洋石油有限公司《勘探监督手册》,2002年6月。

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的探井；②新油气藏预探井，它是在油气藏已探明边界外钻的探井，或在已探明的浅层油气藏之下，寻找较深油气藏的探井。

表 1-1 探井取全取准 10 类 92 项资料

资料类别	项目内容
(一) 井位资料	①井位；②井别；③井位坐标；④海拔高度
(二) 岩屑资料	⑤岩性；⑥结构；⑦荧光；⑧含油程度；⑨化石；⑩缝缝；⑪洞洞
(三) 岩心资料（包括井壁取心）	⑫取心井段、进尺、心长、收获率；⑬壁心设计颗数、实取颗数、收获率；⑭岩性；⑮结构；⑯构造；⑰缝缝；⑱洞洞；⑲接触关系；⑳化石；㉑地层倾角；㉒荧光；㉓含油程度；㉔含气情况；㉕破碎、磨损情况
(四) 钻井液及压力资料	㉖泵冲次；㉗钻井液体积，进、出口温度、密度、电阻率；㉘出口流量、入口流量；㉙性能；㉚钻井液处理；㉛槽面显示；㉜漏失；㉝井涌、井喷；㉞地层压力；㉟泥（页）岩密度
(五) 钻时、气测及工程资料	㊱钻时；㊲气测值；㊳组分；㊴全脱气分析；㊵放空；㊶后效气；㊷大钩负荷；㊸钻压；㊹扭矩；㊺立管压力；㊻转盘转速；㊼井深；㊽二氧化碳、硫化氢气体、氢气；㊾主录井图；㊿碳酸盐含量
(六) 测井资料	①标准测井；②综合测井（感应或侧向系列，密度、中子系列）；③放大曲线；④地层倾角测井；⑤垂直地震测井；⑥电缆测试；⑦工程测井；⑧其它测井
(七) 试油或测试资料	⑨完井方法；⑩射孔资料；⑪洗井液和诱喷；⑫求产；⑬压力；⑭温度；⑮原油含水、含砂；⑯井间干扰或层间干扰
(八) 特殊作业资料	⑰酸化；⑱压裂；⑲无电缆射孔；⑳打水泥塞；㉑封隔器、地层测试试油资料
(九) 分析化验资料	㉒岩石矿物；㉓油层物性；㉔古生物；㉕三敏试验；㉖无机分析；㉗力学试验；㉘岩屑热解色谱分析；㉙罐装气分析；㉚酸解烃分析；㉛生油指标；㉜地面原油性质；㉝天然气性质；㉞地层水性质；㉟高压物性；㊱开发试验；㊲扫描电镜、绝对年龄
(十) 井身资料	㊳完井井深；㊴井身结构；㊵井身质量；㊶工程大事纪要；㊷侧钻资料

4) 评价井

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。

5) 水文井

为了解水文地质问题和寻找水源而钻探的井。

2. 开发类井的分类

1) 开发井

如地震精查构造图可靠、评价井所取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,可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网密度,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,进行油藏工程研究作好开发准备。逐步将油气田转入正式开发。

2) 调整井

油气田全面投入开发若干年后,根据开发动态及油藏数值模拟资料,为提高储量动用程度,提高采收率,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。

(二) 井号编排

1. 探井井号编排

1) 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(阿拉伯数字)命名。如江汉盆地第一口参数井命名为“江参1井”。

2) 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命名。若地形图分幅名称的第一个汉字与该盆地其它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它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它汉字为井号的字头。

以二级构造带或次一级构造命名时,采用二级构造带或次一级构造名称中的某一汉字加该构造带上预探井布井顺序号命名。

预探井井号应采用1~2位阿拉伯数字。

3) 评价井

以发现工业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它井别井号命名的字头或其它油气田(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

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)命名。

5) 水文井

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“S”组成前缀,后面再加一级构造单元内水文井布井顺序号命名。

6) 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汉语拼音字母“x”,再加阿拉伯数字命名。如柳1x2井表示柳1井井口处钻探的第二口定向井。

2. 开发类井井号编排

开发类井按井排编号,按油气(藏)名称的第一个汉字—井排—井号命名。

3. 海上钻井井号编排^[2]

海上钻井井名采用多级命名法,由构造名称、区块编号及井的编号三部分组成。井名排序依次为井所在的方度区名称、方分块序号、构造编号、井类、井口平台、井的编号及特殊井别名称。

海上钻井井名的符号采用汉语拼音的缩写字头加编号的组合方式。汉语拼音字头采用 2 个,最多不得超过 4 个。同一海域的井名符号不能重复。

1) 海上探井井号编排

海上探井按方度区—方分块—构造—井号命名方案。方度区采用经度 1°、纬度 1°面积分区,每方度区用海上或岸上地名命名。方度区内以经度 10°、纬度 10°划分方分块,每一个方度区可分为 36 方分块。每方分块内根据地震解释对构造进行编号,每个构造上所钻第一口井为预探井。如 BZ28—1—1 井即渤中(Bozhong)方度区 28 方分块 1 号构造 1 号探井。探井为直井不再加标注;若为斜井,在其井号后加小写英文字母 d;若为水平井,在其号后加小写英文字母 h。

2) 海上开发类井井号编排

有生产平台开发井,在构造编号后加井口平台编号再加开发井号。井口平台号按开发方案设计命名,用大写英文字母表示(S 除外)。在原开发方案之外,后期加入的平台,按投入时间的先后命名其平台号。

无生产平台的开发井,在构造编号后、井号前加大写英文字母“S”,如 LD22—1—S1 井,代表 LD22—1 气田的第一口采气井。

3) 海上特殊井井号编排

海上特殊井的命名是在井号后用不同的小写英文字母表示。

侧钻井命名是在原井号之后按照侧钻的先后顺序,加大写英文字母“S”,并配置小写英文字母组合成。如 WZ10—3—5Sd 井为 WZ10—3—5 井第四次侧钻井。

多底井命名是在原生产井井号后加大写英文字母“M”,并配置小写英文字母组合成。如 QHD32—6—B3Mb 井为 QHD32—6 油田 B 平台 3 井第二个多底井。

报废后重钻井命名,海上钻井因工程等原因报废后,再在其近旁重新钻井,这类井的命名是在原井号之后加大写英文字母“R”,并配置小写英文字母组成。如 LD30—1—1Ra 井是 LD30—1—1 井报废后重钻的第一口井。

水源井的命名是在其井号的右下标处加小写英文字母“w”,如 QHD32—6—D1w 为 QHD32—6 油田 D 平台第一口水源井。

气源井的命名是在其井号的右下标处加小写英文字母“g”,如 SZ36—1—D2g 为 SZ36—1 油田 D 平台第二口注气气源井。

二、直井地质设计

由于井别不同,钻探目的不同,其地质设计内容及要求也不完全一致,但设计时所考虑的因素、设计的步骤和方法大体上相似。

(一) 设计内容

探井一般包括以下 12 项设计内容^[1]。

1. 基本数据

井号, 井别, 井位, 设计井深, 目的层, 完钻层位及原则。

井位: 井位坐标 (海上探井填写经纬度), 地面海拔 (海上探井填写水深), 地理位置, 构造位置, 测线位置。

其余各项根据“勘探方案审定纪要”或单井任务书的要求制定。

2. 区域地质简介

地质构造概况及邻井钻探成果。

3. 设计依据及钻探目的

①设计依据: “勘探方案审定纪要”或单井任务书、部署设计井时用的构造图、时间剖面、邻井实钻资料。

②钻探目的: 根据“勘探方案审定纪要”或单井任务书填写。

4. 设计地层剖面及预计油、气、水层位置

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; 预计油、气、水层位置是按地区性油气组合或分目的层叙述油、气、水层在纵向上的分布情况。

5. 地层孔隙压力预测和钻井液性能使用要求

邻井实测压力成果, 压力预测曲线, 钻井液类型、性能及使用原则要求。

6. 取资料要求

①岩屑录井: 取样井段、间距、数量。

②钻时、气测、工程录井: 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等)。

③钻井液录井及氯离子滴定: 测量内容、测量井段、测点间距及要求。参数井、重点预探井进行氯离子含量测量, 录井间距根据需要确定。

④荧光录井: 按岩屑录取间距逐包进行荧光检查、岩心全部做荧光检查、储层和含油气岩性进行氯仿浸泡定级。

⑤地化录井: 井段、采样间距、分析参数等。

⑥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 (取心井进尺不得少于总进尺的 3%~5%, 并留有机动); 井壁取心根据钻井过程中取资料情况, 待完井电测后定。

⑦循环观察: 规定正常情况下的地质循环观察和出现油、气显示及其它工程情况时, 地质循环观察应注意的事项。

⑧地球物理测井: 表层、中途对比、完井电测及中途完井电测的测量井段、比例尺、项目及要求; 特殊测井项目及增加测井项目。

⑨实物剖面和岩样汇集 (参数井、重点预探井): 制作井段和要求, 岩心选岩性剖面, 岩屑选储层岩样或全井岩性剖面。

⑩选送实验室分析样品要求: 提出岩心、岩屑选送样原则, 分析化验项目, 特殊样品选送要求。参数井、重点预探井和轻质油、天然气探井, 要设计酸解烃和罐装气样品的选送。气测异常显示段要做全脱气分析。

⑪特殊录井项目要求: 项目、井段、间距等。

7. 中途测试要求

测试原则、目的、预测层位及井段、测试方法及主要要求 (钻柱测试、电缆测试)。