



卓越系列·教育部高职高专油气工程类

教指委推荐教材

钻井地质

Zuanjing Dizhi

主编 崔树清 王福生 董双波



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

卓越系列

教育部高职高专油气工程类教指委推荐教材

钻井地质

主 编	崔树清	王福生	董双波
编 者	陈国强	孙金凤	孙建华
	张亚乔	刘冬梅	



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书共 6 章,内容包括钻井地质设计、地质录井、地层压力温度与油气藏驱动、地层测试、完井阶段的资料收集和完井地质总结等。

本书可作为高职高专油气工程类相关专业教材,也可以作为职工培训及现场工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

钻井地质/崔树清,王福生,董双波编. —天津:天津大学出版社,2008.1

ISBN 978 - 7 - 5618 - 2613 - 3

I. 钻… II. ①崔… ②王… ③董… III. 油气钻井 - 石油天然气地质 IV. TE14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 199531 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022 - 27403647 邮购部:022 - 27402742
印 刷 廊坊市长虹印刷有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 169mm × 239mm
印 张 16
字 数 340 千
版 次 2008 年 1 月第 1 版
印 次 2008 年 1 月第 1 次
印 数 1 - 3 000
定 价 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

“钻井地质”是高职高专油气工程类钻井技术专业学生必修的一门专业技术课,是构成该专业学生专业技能的核心课程之一。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、地球物理知识以及测试资料来解决地下油气田地质构造、油气水分布问题等。

本教材编写着重突出高等职业教育特色,教材内容力求结合矿场实际,充分反映现代科技和生产力发展水平,编写形式与内容安排尽可能适应“工学结合”教学模式的需要,强调内容丰富、层次清楚、论述准确、理论联系实际,力求图文并茂,突出科学性、系统性、完整性、针对性和实用性。

本书由渤海石油职业学院崔树清副教授、王福生副教授和承德石油高等专科学校董双波副教授担任主编。前言及第3章由渤海石油职业学院崔树清编写;第1章由渤海石油职业学院陈国强编写;第2章1~3节由渤海石油职业学院孙金凤编写;第2章4~6节由渤海石油职业学院孙建华编写;第2章7~8节由承德石油高等专科学校董双波编写;第4章由渤海石油职业学院王福生编写;第5章由渤海石油职业学院张亚乔编写;第6章由渤海石油职业学院刘冬梅编写。全书由崔树清、王福生共同统稿。另外,本书在编写过程中得到了天津大学出版社、编者所在院校和所在油田单位的大力支持,在此一并表示感谢。

本书为适应高职高专学生的学习需要,在每章后均配有复习思考题,对每章的主要知识点、重点和难点予以强调,以便于学生学习。

由于水平有限,加之时间仓促,书中定有许多不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2007年6月

目 录

第1章 钻井地质设计	1
1.1 井别及井号编排	1
1.2 直井地质设计	4
1.3 定向井地质设计	11
1.4 钻前的其他准备工作	17
复习思考题	20
第2章 地质录井	21
2.1 钻时录井	21
2.2 泥浆录井	28
2.3 岩心录井	43
2.4 岩屑录井	54
2.5 气测录井	66
2.6 荧光录井	79
2.7 综合录井	91
2.8 地化录井	99
复习思考题	104
第3章 地层压力、温度与油气藏驱动	107
3.1 地层压力	107
3.2 地层温度	121
3.3 油气藏驱动类型	126
复习思考题	133
第4章 地层测试	134
4.1 试油、试气	134
4.2 油井稳定试井	147
4.3 气井稳定试井	158
4.4 油井压力恢复试井	166
4.5 气井压力恢复试井	177
4.6 钻具测试	182
复习思考题	193
第5章 完井阶段的资料收集	196
5.1 完钻井深的确定及完井电测时的地质工作	196

5.2 井壁取心	198
5.3 下套管过程中的地质工作	202
5.4 固井过程中的地质工作	205
复习思考题	208
第6章 完井地质总结	209
6.1 油气水层的综合判断	209
6.2 完井地质总结报告的编写	223
6.3 完井地质成果图件的编绘	230
复习思考题	247
参考文献	248

第 1 章 钻井地质设计

石油和天然气是流体矿产,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综合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,并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,要开采油气也需要钻井,钻井地质工作始终贯穿于油气勘探开发的全过程。简而言之,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,为油气评价提供重要依据的一项重要工作。各项地质录井工作质量的好坏,直接关系到能否迅速查明地下地层构造及含油气情况,直接影响油田的勘探速度和开发效果。总之,钻井地质工作需要引起我们高度的重视。

1.1 井别及井号编排

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

1.1.1 钻探目的

石油钻井是油气勘探和油田开发所必需的基本措施和关键工程,是人们认识地下地质的主要手段和基本通道,易于与水文钻井、煤田钻井、金属非金属矿钻井及其他钻井相区别。

钻井的基本目的可以归结为两个方面:一是揭露井下地层与油气相关的地质情况,二是提供油气采出和驱替剂注入的通道。前者是探井的主要目的,通过探井发现和查明地下油气情况;后者则是开发井的主要目的,通过井孔通道达到采出地下油气的目标。

当然,具体的井可以而且应该有更为具体的目的或目标,例如某些油田可能设计少量井探测含油区域以外的边水分布情况,某些油田需要钻专门的观察井对油田注采动态进行监测等等,但这些钻井的基本目的仍然是与油气勘探和开发相关联的。

1.1.2 井别

根据勘探或开发阶段钻探目的差异,对井别划分做以下规定。

1. 探井的分类

(1)地质井 地质井是指在盆地普查阶段,由于地层、构造复杂,用地球物理勘探方法(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) 参数井是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井。它属于盆地(坳陷)进行区域早期评价的探井。

(3)预探井 预探井是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而钻的井。它属于新油气藏(田)的发现井。

(4)评价井 评价井是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,为查明油气藏类型及构造形态、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,以探明储量为目的而钻的井。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 水文井是指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 开发井是指如果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,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。

(2)调整井 调整井是指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,需要根据油气田调整开发方案,分期分批所钻的井。

1.1.3 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。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。如“纯12井”为东营凹陷纯化断裂鼻状构造带上的一口预探井。

(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。评价井井号应采用3位阿拉伯数字。如

“纯 112 井”为东营凹陷纯化断裂鼻状构造带上纯化油田的一口评价井。

(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。如“东 D1 井”为东营凹陷的第一口地质井。

(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。如“东 S1 井”为东营凹陷的第一口水文井。

(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“油气田(藏)名称的第一个汉字—开发区—井排—井号”命名。如“孤东 7—5—2 井(生产井)”表示孤东油田七区 5 排 2 号生产井。

3. 海上钻井井号编排

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、方分块顺序号、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。汉语拼音字头采用两个,最多不得超过四个,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。方度区采用经度 1°、纬度 1°分区,用海上或岸上地名命名。方度区内以经度 10′、纬度 10′分方分块,每个分度区可分 36 个方分块,每个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”表示渤中方度区 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 有生产平台的开发井,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)。如“CB—A—1 井”表示埕北油田 A 平台 1 井。在原开发方案之外,若后期加入的平台,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”表示 LD22—1 气田的第一口采气井。

1.1.4 井位落实

根据勘探开发部署把经过论证确定的井位坐标,通过测量实施,把设计的井位落实到野外现场。钻井地质设计必须依据现场确定的井位,采用现场井口的实测大地

坐标进行设计,才能使设计更好地符合未来的钻探施工情况。

1.2 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相似。

1.2.1 探井地质设计主要内容

1. 基本数据

基本数据包括井号、井别、井位、设计井深、钻探目的、完钻层位、目的层及原则等。其中,井位包括井位坐标(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。

2. 区域地质简介

区域地质简介主要包括区域地层、构造及油气水情况、设计井钻探成果预测及邻井钻探成果等。

3. 设计依据及钻探目的

(1)设计依据 包括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 包括主要钻探目的层、次要钻探目的层,或是为查明地层剖面、落实构造等目的,应根据勘探方案审定纪要或任务书分别说明。

4. 设计地层剖面及预计油气水层位置

设计地层剖面包括层位、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

此项包括邻井实测压力成果,压力预测曲线,钻井液类型、性能及使用原则要求等。

6. 取资料要求

(1)岩屑录井 设计取样井段、测点间距、数量。

(2)钻时、气测、工程录井 设计测量内容、测量井段、测点间距及特殊要求(如仪器型号、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 设计测量内容、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 设计井段、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以及在出现油气显示及其他工程情况时地质循环观察应注意的事项。

(8)地球物理测井 设计表层、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等。

(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 提出岩心和岩屑选送样原则、分析化验项目、特殊样品选送要求。对于参数井、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要求,气测异常显示段要做全脱气分析。

(11)特殊录井项目 设计项目、井段、间距等。

7. 中途测试要求

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

8. 井身质量要求(井身结构设计)

井身质量要求包括井斜、水平位移允许范围、井身轨迹要求。对于表层、技术和生产套管尺寸、下深、阻流环位置、水泥返高等,需根据地质条件提出原则要求。

9. 特殊施工要求

特殊施工要求包括 RFT 测试要求, VSP 测井要求, 斜井、水平井轨迹要求。

10. 技术说明及要求

技术说明应包括施工过程中可能出现的重大地质问题、设计出入很大时应采取的相应预备方案及措施和特殊技术要求等。

11. 地理及环境资料

地理及环境资料包括气象资料、地形、地物等。

12. 附表、附图

(1)附表 包括邻井地层分层数据与地震反射层深度对照表。

(2)附图 包括设计井位区域构造图、地理位置图,主要目的层局部构造图、设计井地质解释剖面图、地震时间剖面图和设计井地层柱状剖面图(参数井、重点预探井)、压力预测图。

一般预探井、评价井的设计内容可根据地质情况和勘探程度适当精简。海上探井设计中除上述内容外还要进行早期油气藏工程经济评价和油气成藏条件风险分析。

1.2.2 钻井地质设计的主要工作

1. 探井钻井地质设计

1) 设计前的准备工作

(1) 标定井位 将设计井的坐标标定在井位图上,进行井位校对,同时在构造图上标出设计井位,如发现与下发的井位要求不符,应及时上报。

(2) 收集资料 需要收集的资料包括以下几种。

①区域资料,包括区域的地层、构造、油气水情况以及区域的石油地质条件(包括生油条件、储层条件、盖层条件、运移条件、圈闭条件、保存条件等)。

②邻井和邻区实钻资料,包括邻井地层分层、钻探成果、试油成果、邻井钻井液使用情况、邻井注水情况,以及邻井实钻过程中出现的卡、喷、漏等复杂情况,无邻井时应收集邻区的相关资料或野外露头剖面资料。

③井位部署(或论证)研究报告。

④过井和区域地震测线。

⑤各种相关图件,如区域构造图、目的层构造图、油藏预测剖面图等。

⑥其他资料,如古生物、岩矿、地化等。

收集齐全上述资料后,设计人员应首先进行初步分析,对所用邻井资料和构造图的准确性、可靠性进行评审。

2) 单井设计工作

在收集区域各项资料的基础上,结合设计井要求,认真分析对比,完成单井设计的各项具体内容。

(1) 地层剖面设计 根据区域构造图、目的层构造图、过井地震测线,结合邻井实钻地层分层数据,设计出本井将钻遇的层位及分层数据、断层数据、地层接触关系等,形成设计分层数据,编制出过邻井和设计井的地层对比图。在设计过程中要考虑如下情况。

①设计井和邻井构造位置不同和断层的影响,可能产生的岩性和厚度变化。

②当邻井是定向井时,必须把邻井分层数据(斜深),通过邻井的实测井斜数据表,进行井斜处理,换算成垂深(铅直深度)数据供设计时使用。

③若区域没有邻井,则应根据地质图、综合柱状图、地震测线等有关图件,或邻区数据、野外露头剖面数据等来确定设计井的层位和分层数据。

④在下达设计井深内不能完成钻探目的,或下达的设计井深超过钻探目的层后井段过长时,在预测的目的层可能不存在,或可能多出新的油层,决定是否需要钻探时,都应与有关单位协商解决,重新确定设计井的数据。

⑤设计井和邻井的地层分层、对比,应根据录井、测井、地层鉴定等各方面的资料,提出统一的划分方案,建立区域三维立体模型。随着新井的钻探和研究的深入,分层方案可能要随之改变,必须重新进行统一分层,建立新的区域三维立体模型,保

证设计的科学性。设计分层数据提出后,根据相应资料预测各层位的岩性组合,编绘出详细的设计井综合柱状图。

(2)编写设计井区域地质简介 探井都要编写区域地质简介,主要内容包括设计井所在的具体位置;设计井区域构造概况及构造发育史;地层在平面上的分布,地层厚度在纵向上的变化情况;设计井区块含油气情况、储层形态、物性、含油气特征;区域上的钻探成果及设计井钻探成果预测等。

(3)预测设计井的油气水及其位置 应用区域地震测线、邻井油气显示、砂体的横向变化、圈闭层位等资料进行综合分析,确定设计井的主要目的层,并预测设计井油气水层的位置。如果井位设计时未考虑到目的层上下可能存在的油气层位置,应向有关方面提出建议,并在相应井段提出录取资料的要求。

(4)设计钻井液类型、性能及提出油气层保护要求 主要包括以下几个方面。

①资料收集。包括邻井实测压力资料,邻井钻井液使用资料,邻井注水资料,邻井或区域出现的卡、喷、漏及高压油气层等复杂情况资料,地震预测压力资料和预测油气水层位置的储层物性资料等。经过综合分析,在地质设计中提出设计井的钻井液类型、主要性能要求和实施近平衡钻井及保护好油气层的施工要求。

②设计钻井液类型。目前主要有水基钻井液、油基钻井液、气体类流体三大类。选择的钻井液类型要满足储层物性的需要,即钻井液类型应与储层岩石类型、油气层流体相配伍,不引起储层岩石水敏、盐敏、酸敏、钻井液中的固相颗粒堵塞油气层等现象,起到保护油气层的作用。

③设计钻井液性能。包括钻井液密度、黏度、失水、含砂、pH值等,其中最重要的是钻井液密度。在综合考虑邻井实测压力资料和实钻情况、地震预测压力资料的基础上,预测出设计井地层孔隙压力剖面,加上一定的附加值即为设计的钻井液密度。

④油气层保护措施。地质设计中的主要要求包括:按钻井液类型选好钻井液材料;按压力预测剖面,确定合理的井身结构;根据预测的钻井液性能和实钻过程中的压力检测情况,合理地调配钻井液性能,严格实施近平衡钻井或负压钻井。

(5)设计资料录取项目 根据设计井钻探目的、需解决的地质问题,设计好资料录取项目,主要有如下几个方面。

①岩屑录井。设计取样井段、间距及特殊要求。区域探井、地质井等可从地面开始录井,一般录井可从目的层以上 200 m 或某一标志层以上录取。

②钻时、气测或综合录井仪录井。综合录井仪录井是在钻井过程中应用电子技术、计算机技术及分析技术,借助分析仪器进行各种石油地质、钻井工程及其他随钻信息的采集(或收集)、分析处理,进而达到发现油气层、评价油气层和实时钻井监控目的的一项随钻石油勘探技术。应用综合录井技术可以为石油天然气勘探开发提供齐全、准确的第一手资料,是油气勘探开发技术系列的重要组成部分。该项技术在国外一般称泥浆录井(Mudlogging)。其内容主要包括设计采集井段、间距及特殊要求,并要求开启录井仪所有参数进行系统录井,注意油气显示的观察、录取和落实。

③地质循环观察。提出地质循环观察的地质目的、实施原则和要求。在钻遇油气显示和其他重要地质现象时,都应设计停钻循环观察,以便落实和卡准油气层位置。

④钻井液录井和氯离子含量分析。设计录井井段、间距及特殊要求。

⑤地化录井。设计录井井段、间距及分析内容。

⑥荧光录井。分普通荧光录井和定量荧光录井。普通荧光录井要求设计录井井段、间距、湿照、干照、滴照、系列对比及特殊要求。定量荧光录井要求设计录井井段、间距。

⑦岩心录井。设计取心层位、目的、原则,预计井段、进尺、岩心直径及采样要求等。在区域探井或新探区,可以在目的层段设计取心,一般有两种方式:其一,见显示取心,即录井岩屑见油斑(或荧光)及以上级别的,或气测见明显的异常显示,或槽面见油气水显示,立即停钻取心;其二,取主要目的层,即在主要目的层段见储层,立即停钻取心,目的是了解主要目的层含油气情况、储层物性情况等。在老探区或比较熟悉的井区,可设计定层位取心,取心原则为取相当于邻井某油气层井段,设计的重点在于预测好该油气层井段在本井的深度。

⑧井壁取心。设计取心目的、原则、颗数及岩心质量和符合率要求。

⑨测井项目。设计测井项目井段、比例尺及要求。

⑩其他录取资料。如中途测试、实物剖面或岩样汇集、分析化验采样等设计。

(6)确定定向井、侧钻井、水平井的井身轨迹 各类定向井、侧钻井、水平井与相应直井设计的区别在于井身轨迹的设计。

①检查靶点数。油层井段连续厚度 50 m 以内,在油层顶界提供一个靶点;厚度 50 m 以上的在油层顶、底界各提供一个靶点;若为水平井,则不管油层厚薄,必须在水平段首尾各提供一个靶点,当水平段顶界垂深变化大时,应提供该段中间的控制坐标(或控制靶点)。

②计算中靶数据。计算方位、位移、稳斜角等,从地质要求方面确定合理的井眼轨迹,提出中靶半径要求。

③根据计算结果检查靶点和油藏控制断层或边界之间的水平距离是否大于要求的靶区半径,是否符合钻井和采油工艺要求。

(7)设计其他内容 主要包括以下几个方面。

①提出井身质量要求,包括井斜、水平位移允许范围、井身轨迹要求等,并落实钻井轨迹能否满足勘探开发的要求。

②设计各层套管直径、下深、阻流环位置、水泥返高等,遇高压油气井或特殊工艺,要确定技术套管位置。

③设计故障提示,提示设计井将可能遇到的卡、喷、漏等复杂情况。

a. 提出防井喷时要考虑是否钻遇高压层、井位所处的构造位置、邻井注水情况、邻井是否有气层、油性如何等。

b. 提出防井漏时要考虑区域地层情况、岩性、断层状况等,如沙四段礁灰岩疏松,孔洞发育,易井漏;断块古潜山断层处、古潜山风化壳易井漏。而同一条断层在不同的部位可能所起的作用不同,这和其所处的深度、上下盘不同岩性的接触等因素有关,因此是否防漏也要因情况而定。

c. 是否钻遇盐水层要经过仔细对比分析,如果完钻层位在盐水层之上,则不必提出防盐水浸,以免增加钻探成本。如果将钻遇,则必须提出防盐水浸。

④对有关方面提出的特殊要求都要在设计中提出相应的要求。

(8)完成相应的图件 地质设计中应附的图件包括井位图、井身轨迹示意图、地层对比图、油藏剖面示意图、过井“十”字地震剖面图等。

2. 开发井钻井地质设计

开发井钻井地质设计工作按开发井内容设计,与探井钻井地质设计的工作相比,其应加深研究、精细设计的内容有如下方面。

1)收集资料

主要是详细收集邻井资料和各开发层系的精细构造图,特别是收集邻井采油、注水层位、动态压力等资料,了解油气层连通情况及注水后的影响,收集邻井储层物性资料和油气水性质资料,了解各项施工作业过程对储层和油气水层的不良影响。

2)地层剖面设计

应以大量的邻井资料为基础,进行详细地层分析对比,精确设计地层剖面。

3)设计钻井液类型、性能及提出油气层保护要求

开发区块资料较多,为油气层保护要求提供了基础。应以邻井物性资料和油气水性质资料、注水资料、动态压力资料为基础,设计合理钻井液类型、性能,最大限度地保护好油气层。

1.2.3 井深及地层剖面设计实例

设计井深及地层剖面时,首先根据地形地质图、构造图及正钻井与完钻井资料作出通过设计井的横剖面图,由此图按钻穿的最终目的层定出井深及该井穿过的地层剖面,即由完钻井的实际资料向设计井推测剖面岩性和厚度。此时应考虑因所处构造位置不同和断层的影响,可能产生的岩性和厚度变化。由于地层厚度和倾角的变化,设计深度与实际情况可能有所不符,因此在设计井深时,经常附加 5% ~ 10% 的后备深度。如目的层井深是 2 000 m,设计井深可定为 2 100 m。在钻井过程中,应随时根据实际资料对原设计进行检验和修正。

例 1.1 某构造上已完钻 1 井、3 井、4 井、5 井等四口探井,如图 1.1 所示,现设计 2 井以了解构造顶部含油气及地层情况。

经 1 井、3 井、4 井、5 井等四口井地层对比得知,Nm 组底界深度与构造图基本吻合,各井 Ng 厚度接近一致。5 井位于断层上盘,在 Nm 下段及 Ng 共有三组油层;4 井于 Ng 组见两组油层,与 5 井 Ng 油层相当;1 井位于构造边部,含油差,仅有 Ng 下部

一组油层,厚度已减小。设计时,首先通过设计井及1井、5井两口井作横剖面图(图1.2),据2井在构造上的位置确定Nm底界为1285 m;据邻井Ng厚度(250 m左右)推断2井Ng组底界为1485 m,2井油层井段由横剖面推断为1285~1310 m及1380~1420 m,Ng共有两组油层。设计井要求钻穿Ng,考虑到地层厚度变化的可能性,设计井深定为1550 m。

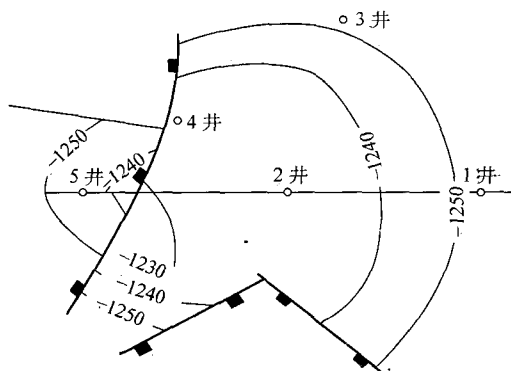


图 1.1 某油田构造图

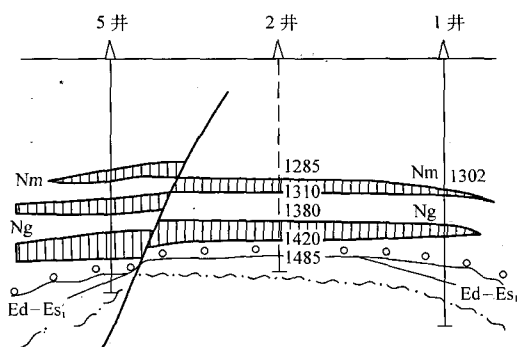


图 1.2 根据钻井地质剖面设计探井

在钻井资料不足的新探区,进行井深及剖面设计时,需要充分地利用物探资料(尤其是通过设计井的地震剖面 and 构造图)及附近的地面露头资料。例如预探井的设计,往往是将仅有一二口井资料结合起来,即从已知井的地震测线闭合追层到未知井(设计井)的测线,便可以得到设计井深及地层剖面。设计井深是否准确,关键在于能否准确解释通过设计井位的地震剖面,尤其在层位上不能有错,否则会造成很大误差。

1.3 定向井地质设计

定向钻井技术于 1920 年开始在石油钻井中采用,主要用于钻斜度较小的斜井或纠斜。由于当时没有测井斜仪器,完钻井的井底位置不清。随着测斜仪器和定向井技术的发展,要求斜井不仅要有位移,而且要有准确的方位,在美国的文字记载上首先称之为定向井。世界上第一口定向井于 1932 年在美国钻成。我国第一口定向井是 1955 年在玉门油田钻成的 C2-15 井。我国第一口水平井是 1965 年钻成的磨三井,水平位移延伸 160 m,达到当时的世界先进水平。80 年代以来,随着先进的工具、仪器的应用和发展,多数油田已掌握常规定向井、丛式井的钻进技术。

定向井是指按照预先设计的井斜方位和井眼轴线形状进行钻进的井。它是相对直井而言的,而且是以设计的井眼轴线形状为根据的。定向钻井技术已经比较成熟,国内各油田都已普遍应用。

1.3.1 定向井的地质设计

1. 定向井的井身参数

①井斜角。井斜角为井眼轴线的切线与铅垂线的夹角,一般用 α 表示。

②井斜方位角。井斜方位角为井眼轴线的切线在水平面上的投影与正北方向之间的夹角,一般用 β 表示。

③井斜变化率。井斜变化率为单位井段井斜角的变化值。

④井斜方位变化率。井斜方位变化率为单位井段井斜方位角的变化值。

⑤垂深。测点的垂直深度即垂深。

⑥水平位移。水平位移为井眼轴线某一点在水平面上的投影至井口的距离。

⑦平移方位角。平移方位角为平移方位线所在的方位角。

⑧全变化角(或狗腿角)。全变化角为某井段相邻两测点间井斜与方位的空间角变化值,简称全角,如图 1.3 所示。

⑨全角变化率(或井眼曲率)。全角变化率单位井段内全角的变化值,表示井眼钻进方向变化的快慢或井眼弯曲的程度。

⑩磁偏角。井斜方位角通常以地球正北方位线为准,而使用磁力测斜仪测得的井斜方位角则是以地球磁北方位线为准的,称磁方位角。磁方位角需要进行校正,随

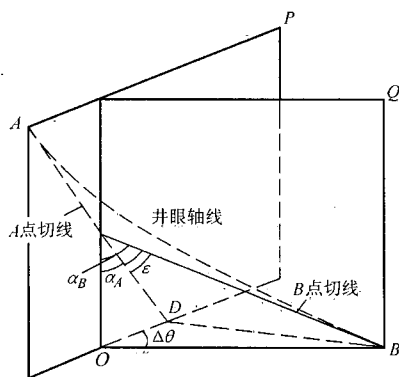


图 1.3 全变化角